Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

ehranstalt
rotechnik, Graz-Gösting
48
36
ANNEX
LIBRARY
C
027902

Engineering
TD
203
W323+
V. 21

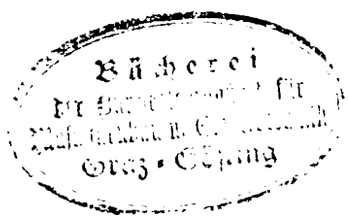
027902

CORNELL
UNIVERSITY
LIBRARY

ENGINEERING

Digitized by Google

PERIODICAL



Digitized by Google

Digitized by Google

DIE WASSERKRAFT

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE WASSERWIRTSCHAFT UND WASSERKRAFTTECHNIK

Organ des Bayerischen Energie-Wirtschaftsverbandes (E. V.), des Vereins zur Verbesserung der Wasserstandsverhältnisse im Regierungsbezirk Mittelfranken, des sächsischen Wasserwirtschaftsverbandes für Sachsen und Thüringen (E. V.)

Herausgeber:

Professor K. Dantscher, an der Techn. Hochschule,
Ingenieur Carl Reindl (zugleich Hauptschriftleiter),
München.

Bücherei der Bundeslehranstalt für Maschinenbau u. Elektrotechnik Graz-Gösting

B.Nr.: 3548
S.Nr.:

21. JAHRGANG

1926

RPV

RICHARD PFLAUM DRUCKEREI- U. VERLAGS-A.G., MÜNCHEN

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALTS-VERZEICHNIS.

Text-Aufsätze.

Nach Gegenständen geordnet.

(Auf Zuschriften und Berichtigungen ist hinter den zugehörigen Titeln mit den Seitenzahlen verwiesen.)

Seite

Achsendrehung der Erde, Der Einfluß der —, auf die Flüsse. Von Geh. Baurat R. Bassel (hierzu S. 219). 49
Achsendrehung der Erde, Einfluß der —, auf die Flüsse. Von Professor Dr.-Ing. A. Ludin (hierzu S. 49). 219
Achenseewerk, Der Stand des Ausbaues beim —. Von Dipl.-Ing. H. Wallraff. 293
Amerika und wir. Von Dr.-Ing. M. Schilhansl. 33, 46
Anteil des Reiches an der Energiewirtschaft, Der —. Von Ing. C. Reindl. 198
Arbeitsprogramm der Reichsregierung, Das — und die Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes. Von Ministerialdirektor Gährs. 274
Ausblick auf die schöne blaue Donau, Ein —. Von Geh. Hofrat Professor Dr.-Ing. F. Kreuter (hierzu S. 37 und 127). 1
Ausgestaltung der Donau als Kraftwasserstraße, Beitrag zur Frage der —. Von Professoren R. Halter und F. Schaffernak. 253, 268, 279
Ausgleichsschächte in Druckstollen. Von Bauamtmann H. Klein. 131
Ausnützung der Wasserkräfte und die Energiewirtschaft an der Baseler Ausstellung. Von Ing. H. Roth. 185
Dampf und was Wasserkraft, Was kostet —? Von Dipl.-Ing. F. Simmerding. 150
Dnjepr, Ein Wasserkraftwerk am —. Von Ing. A. Günther. 120
Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen, Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner —. Von Dr.-Ing. R. Tillmann. 175, 210, 221, 241, 260
Dynamische Grundgesetz, Das — in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen des Wassers in Flüssen. Von Bauamtmann van Rinsum (Berichtigung S. 90, vgl. auch Bemerkung S. 244). 55, 68
Dynamische Grundgesetz, Das — in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen. Von Prof. Dr. J. Kozeny (zu S. 55 und 68). 244
Energievernichter, Von Ziv.-Ing. Dr. A. Schoklitsch. 108
Energievernichtungsanlage des Innwerkes, Die —. Von Dipl.-Ing. F. Kennerknecht. 148
Entleerung des Werkkanals der Mittleren Isar A.G. Von Oberregierungsrat Dr.-Ing. Kurzmann. 215
Fluchtlinientafeln. Von Dr. F. Sitte. 284, 295
Formelzeichen in der Hydraulik. 239
Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee, Das —. Von Oberbaudirektor K. Dantscher. 234
Gampadelswerk in Vorarlberg, Das —. Von Ing. A. Fürst. 84
Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen, Der —. Von Prof. Dr. A. Staus. 196
Holzrohrbau, Neuere Fortschritte im —. Von Dipl.-Ing. v. Holten. 153

Seite

Integration hydrodynamischer Grundgleichungen und Flüssigkeitsströmungen in Rotationshohlräumen, Ueber eine —. Von M. Treer. 107, 126
Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung Basel 1926, Die —. Von Regierungsbaurat Schütz. 119
Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung, Die —. Von Oberregierungsrat Hesselberger. 192
Kachletwerk, Vom —. Von Ing. C. Reindl. 163
Landwirtschaftliche Bedeutung der städtischen Abfallstoffe, Die —. Von Dipl.-Ing. G. Keppner. 43
Meteorologischen Ursachen, Die — der Tauflut von Ende Dezember 1925 auf Januar 1926 im bayer. Maingebiet und in der Rheinpfalz. Von Oberregierungsrat Dr. J. Haeuser (Berichtigung S. 96). 81
Peltonräder für veränderliches Gefälle, Ueber —. Von Regierungsbaumeister Eisner. 67
Strömungsanzeiger, Freischwimmender —. Von Dr. F. Sierp. 208
Technische Mechanik, II. Internationaler Kongreß für —. Von Dr.-Ing. M. Schilhansl. 258
Treidelschwebebahn, Die —. Von Regierungsbaumeister a. D. Müller. 272
Turbinen des Kraftwerkes Spullersee, Die —. Von Oberingenieur Dr. R. Löwy. 168, 179
Turbinengröße in Wasserkraftanlagen, Die Auswahl der —. Von Dipl.-Ing. Th. Goubine. 14
Wasserkraft und Dampfkraft. Von Oberingenieur Sten Velander. 19
Wasserkraftausnützung in Bayern, Die — auf der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926. Von Geh. Rat Th. Freytag. 227
Wasserlaufanteil, Stauwerkanlage und Ufergrundstück. Von Dr. Werneburg. 31
Wassermengen- und Wasserstandsmessung auf der Baseler Ausstellung. Von Dr. A. Ott. 206
Wasserwirtschaft und Wassertechnik auf der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. Von Prof. Dr.-Ing. A. Ludin 143
Weltkraftkonferenz in London 1924 und Großkraftversorgung. Von Direktor Dipl.-Ing. A. Menge. 9, 21
Weltkraftkonferenz in Basel, Zur Sondertagung der —, 31. August bis 8. September 1926. 145
Weltkraftkonferenz in Basel 1926, Die —. Von Oberbaudirektor Professor K. Dantscher. 252
Weltkraftkonferenz Basel 1926, Beschlüsse der —. 272
Wirtschaftliche Vorteile bei Zusammenarbeiten mehrerer Kraftwerke. Praktische Erfahrungen in Schweden. Von Oberingenieur Sten Velander. 194
Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt (Vorträge auf der Hauptversammlung 1926). 272
Zusammenarbeiten von nichtregulierten Wasserturbinen mit regulierten Kraftmaschinen, Ueber das —. Von Dr.-Ing., Dipl.-Ing. V. Mann. 88, 95

Digitized by Google

Nach Verfassern geordnet.

Seite

Bassel, Geh. Baurat: Der Einfluß der Achsendrehung der Erde auf die Flüsse (hierzu S. 219). 49
Dantscher K., Oberbaudirektor, Professor: Das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee. 234
Derselbe: Die Weltkraftkonferenz in Basel 1926. 252
Eisner Fr., Regierungsbaumeister: Ueber Peltonräder für veränderliches Gefälle. 67
Freytag Th., Geh. Rat: Die Wasserkraftausnutzung in Bayern auf der internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926. 227
Fürst A., Ing.: Das Gampadelswerk in Vorarlberg. 84
Gährs, Ministerialdirektor: Das Arbeitsprogramm der Reichsregierung und die Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes. 274
Goubine Th., Dipl.-Ing.: Die Auswahl der Turbinengröße in Wasserkraftanlagen. 14
Günther A., Ing.: Ein Wasserkraftwerk am Dnjeper. 120
Haeuser, Dr.-Ing., Oberregierungsrat: Die meteorologischen Ursachen der Tauflut von Ende Dezember 1925 auf Januar 1926 im bayer. Maingebiet und in der Rheinpfalz (hierzu Berichtigung S. 96). 81
Halter R. und Schaffernak F., Professoren: Beitrag zur Frage der Ausgestaltung der Donau als Kraftwasserstraße 253, 268, 279
Hesselberger, Oberregierungsrat: Die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. 192
v. Holten, Dipl.-Ing.: Neuere Fortschritte im Holzrohrbau. 153
Hydraulik-Ausschuß, erweiterter, des V.D.I.: Formelzeichen in der Hydraulik. 239
Kennerknecht F., Dipl.-Ing.: Die Energievernichtungsanlage des Innwerkes. 148
Keppner G., Dipl.-Ing.: Die landwirtschaftliche Bedeutung der städtischen Abfallstoffe. 43
Klein H, Bauamtmann: Ausgleichsschächte in Druckstollen. 131
Kozeny Dr. J., Professor: Das dynamische Grundgesetz in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen (zu S. 55 und 68). 244
Kreuter F., Geh. Hofrat, Professor Dr.-Ing.: Ein Ausblick auf die schöne blaue Donau (hierzu S. 37 und 127). 1
Kurzmann, Oberregierungsrat, Dr.-Ing.: Entleerung des Werkkanals der Mittleren Isar A.G. 215
Löwy Dr. R., Oberingenieur: Die Turbinen des Kraftwerkes Spullersee. 168, 179
Ludin A., Professor, Dr.-Ing.: Einfluß der Achsendrehung der Erde auf die Flüsse (hierzu S. 49). 219

Seite

Derselbe: Wasserwirtschaft und Wassertechnik auf der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. 143
Mann V., Dipl.-Ing., Dr.-Ing.: Ueber das Zusammenarbeiten von nichtregulierten Wasserturbinen mit regulierten Kraftmaschinen. 88, 95
Menge A., Direktor, Dipl.-Ing.: Weltkraftkonferenz in London 1924 und Großkraftversorgung. 9, 21
Müller, Regierungsbaumeister a. D.: Die Treidelschwebebahn. 272
Ott Dr. A.: Wassermengen- und Wasserstandsmessung auf der Baseler Ausstellung. 206
Reindl C., Ing.: Der Anteil des Reiches an der Energiewirtschaft. 198
Derselbe: Vom Kachletwerk. 163
van Rinsum, Bauamtmann: Das dynamische Grundgesetz in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen des Wassers in Flüssen (hierzu Berichtigung S. 90, vgl. auch Bemerkung S. 244). 55, 68
Roth H., Ing.: Die Ausnützung der Wasserkräfte und die Energiewirtschaft an der Baseler Ausstellung. 185
Schilhansl M., Dr.-Ing.: Amerika und wir. 33, 46
Derselbe: II. Internationaler Kongreß für technische Mechanik. 258
Schoklitsch Dr. A., Ziv.-Ing.: Energievernichter. 108
Schütz, Regierungsbaurat: Die internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung Basel 1926. 119
Sierp Dr. F.: Freischwimmen der Strömungsanzeiger. 208
Simmerding F., Dipl.-Ing.: Was kostet Dampf und was die Wasserkraft? 150
Sitte Dr. F.: Fluchtlinientafeln. 284, 295
Staus Dr. A., Professor: Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen. 196
Tillmann R., Dr.-Ing.: Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen. 175, 210, 221, 241, 260
Treer M.: Ueber eine Integration hydrodynamischer Grundgleichungen und Flüssigkeitsströmungen in Rotationshohlräumen. 107, 126
Velander Sten, Oberingenieur: Wasserkraft und Dampfkraft. 19
Derselbe: Wirtschaftliche Vorteile bei Zusammenarbeiten mehrerer Kraftwerke, Praktische Erfahrungen in Schweden. 194
Wallraff H., Dipl.-Ing.: Der Stand des Ausbaues beim Achenseewerk. 293
Werneburg, Dr.: Wasserlaufanteil, Stauwerkanlage und Ufergrundstück. 31
Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt (Vorträge auf der Hauptversammlung 1926). 272

Zuschriften.

Ausblick vom Standpunkt des Ingenieurs auf die schöne blaue Donau, Ein —. Von Geh. Hofrat Professor Dr.-Ing. Fr. Kreuter (zu S. 1). 37
Frage wasserwirtschaftlicher Versuche und Beobachtungen im Großen, Zur —. Von der Obersten Baubehörde (zu S. 1 und 37). 127
Vergleich verschiedener Turbinen. Von Oberingen. R. Hofmann und Ing. C. Reindl (zu S. 26). 298

Persönliches.

Bergmann Siegmund, Dr.-Ing. e. h., 75. Geburtstag. 134
Freytag Theodor, Geheimer Rat. 5
Kaplan Viktor, Professor Dr., 50. Geburtstag. 291
Rank Josef, Kommerzienrat, Dr.-Ing. e. h. 78
Schneider Hans, Ministerialdirektor. 5
Schoklitsch Armin, Dr. techn., o.ö. Professor, Brünn 134

Rundschau.

Allgemeines.

Hydrologische Institut Rußland, Das —. 71
Wissenschaftlich-techn. Bureau U. d. S. S. R., Das —. 116
Zeichenmaschine, Die —. 200

Abwasserreinigung.

Bamberg, Neue Abwasserkläranlage der Stadt —. 40

Bahn-Elektrisierung.

Bayerisches Netz der deutschen Reichsbahn, Die Arbeit zur Einführung des elektrischen Betriebes auf dem —. 79
Bayerisches elektrisiertes Netz, Betriebsergebnisse des —. 61

Digitized by Google

Seite

Deutsche Bahnkraftwerke, Die —. 92
Deutsche Bahnelektrisierung, Ergebnisse der —. 272
Fortschritte der Bahnelektrisierung. 300
Schweiz, Elektrischer Bahnbetrieb in der —. 61
Stand der Bahnelektrisierung in verschiedenen Ländern. 61

Be- und Entwässerung.

Bulgarien, Große Be- und Entwässerungsanlagen in —. 77
Sennar-Staumauer am Blauen Nil. 65

Elektrochemie.

Aluminiumfilm und Innwerk. 106
Stickstoffversorgung, Zur —. 287

Elektroheizung.

Elektrizität als Wärmequelle. 37

Elektrotechnik.

Zuverlässigkeit der elektrischen Uebertragung. 275

Energiewirtschaft.

Amerikanische Wasserkraftnutzung. 263
Ausbreitung der Wasserkraftnutzung. 287
Australien, Wasserkraft-Ausbau in —. 65
Baden, Die Wasserwirtschaft —. 157
Bayerische Wasserkraftanlagen, Die —. 245
Elektrizitätswirtschaft, Die öffentliche —. 245
Entwicklung der Industrie, insbesondere der elektrotechnischen, in Norwegen, Die —. 100
Erhebung der bayerischen Wasserkraftanlagen. 61
Erzeugung elektrischer Energie im Auslande. 172
Finnlands Elektrizitätsversorgung. 78
Frankreichs Energieversorgung. 134
Fröndenberg, Westf. Kraftwerksprojekt. 200
Guadalquivier, Kanalisierung und Wasserkraftausnützung des —. 65
Harz, Talsperren im —. 17
Harzwasser-Beirat. 172
Hochspeicherakkumulierungsanlagen bei Dampfkraftwerken, Hydraulische —. 106
Italienische Wasserkraftprojekte, Neue —. 77
New Yorker Wasserkraftpolitik. 116
Niederländisch Ostindien, Die Wasserkräfte in —. 98
Preußens, Die Beteiligung, an der Energiewirtschaft —. 97
Rheinland, Talsperrenprojekt im —. 139
Rumänische Wasserkraft, Die Ausnützung von —. 5
Rußlands, Die Wasserkräfte —. 97
Sachsen, Neue Talsperren in —. 174
Schweiz, Stand der Wasserkraftnutzung in der —, Ende 1925 —. 96
Spanien (Alberche) 288
Transkaukasien, Vortragsreihe über die wirtschaftliche Erschließung —. 50
Vorarlberger Wasserkräfte, Beteiligung des Württ. Staats am Ausbau der —. 199
Westfalen, Neues Speicherwerk in —. 139
Wolgagebiet, Wasserkraftwerk im —. 139

Rechtliches, Gesetze.

Italienische Verordnungen und Gesetze, Neue —. 50
Gesetz über die patenamtlichen Gebühren. 94
Rumänisches Energiegesetz, Das neue —. 61
Subventionen für Wasserkraftausbau in Italien. 76
Tschechoslovakei, Wasserkraftsteuer in der —. 50
Wasserkraft, Wassernutzungsrecht und Wasserkraftanlagen in der neuen Steuergesetzgebung. 77

Wasserbau.

Anzapfung des Mystic-Lake mit einem Stollen unterhalb des Wasserspiegels. 224
Bruch einer Talsperre in Nord-Wales. 5
Festigkeitsbetrachtungen an hohen Sperrmauern. 26
Laboratorium für Wasserbau an der eidgen. techn. Hochschule in Zürich, Das projektierte —. 51
Modellversuche über die Niagarafälle. 91
Nadelverschlüsse für Grundablaßrohre. 26
Rammbären für d. Rammen großer Pfähle, Schwere —. 90
Schutz von Eisen- und Betonbauten bei Wasserkraftanlagen und dergl., Ueber den —. 197
Versuchsbogenstaumauer in Kalifornien, Eine —. 16

Wasserkraftanlagen.

Allgemeines.

Automatisierung von hydroelektrischen Zentralen, Ueber die —. 74
Beziehungen zwischen Betrieb und Konstruktionen von Wasserturbinen. 136
Bisamratte, Von der —. 128
Höchstgelegene Wasserkraftanlage Europas, Die —. 73
Größte Wasserturbinenanlage mit 2,15 m Gefälle, Die —. 116
Kleinwasserkräfte, Technisches und Wirtschaftliches von —. 62
Moderne amerikanische Wasserkraftanlagen Henry Fords. 183
Neuartige Maschinen-Anordnung (Forster-Kupplung). 102
Zuverlässigkeit von Wasserkraftanlagen. 262

Wasserkraftanlagen.

Spezielle.

Aggertal, Die neuen Talsperren im —. 299
Bayernwerksfilm, Der —. 42
Eguzon an der Creuse, Das Kraftwerk —. 276
Eifel, Großspeicherkraftwerk in der —. (Ourtalsperre.) 28, 264
Höllenstein, Inbetriebnahme des Kraftwerkes am —. 65
Innsbruck, Die Energieversorgung von —. 50
Jugoslavien (Omis-Kraftwerk). 288
Kembs, Das Rheinkraftwerk —. 4, 39
Lahnwasserkräfte, Ausbau der —. 28
Lahn-Kraftwerke A.-G., Gründung der —. 78
Lungernsee, Der Ausbau des Kraftwerkes —. 200
Mittweida, Eine hydraulische Hochspeicheranlage —. 116
Morkfoß-Solbergfoß-Anlage, Die —. 101
Muldenberger Talsperre, Vollendung der —. 40
Muscle Shoals Kraftwerk, Das —. 38
Niagarafälle, Die Ausnützung der —. 72
Ponalefluß (Gardasee), Neues Wasserkraftwerk am —. 158
Radaunewerk, Das —. 25
Reutlingen, Neckarkraftwerk der Stadt —. 158
Schwörstadt, Rheinkraftwerk —. 128
Rjukan-Kraftwerk in Norwegen. 139
Rußland, Neuere Wasserkraftanlagen in —. 74
Ryburg-Niederschwörstadt A.-G., Kraftwerkgesellschaft —. 276
Saalachsee. 39
San Francisco, Wasser- und Wasserversorgung von —. 75
Schwarzenbachtalsperre, Der Bau der —. 139
Schweizerische Bundesbahnen, Kraftwerk der —. 300
Serriger Kraftwerk. 200
Spullersee-Kraftwerk, Das —. 204
Stuibenbachwerk, Das —. 91

Wasserkraftmaschinen.

Amerikanische Turbinenindustrie, Mitteilungen aus der —. 103
Bremsung der größten Turbine in Holtwood. 148
Direkt regulierte Kleinturbinen. 75
Druckluft für die Kontrolle von Wasserturbinen. 27
Erhöhung des Wirkungsgrades von Zwillingsturbinen bei Teilbeaufschlagung. 27
Erschütterungen an Wasserturbinen. 213
Konstruktion der Wasserturbinen in den Ver. Staaten, Die —. 26
Lilla Edet in amerikanischem Urteil. 299
Lilla Edet, Inbetriebsetzung in —. 27
Neue und alte Turbinentypen. 76
School-Street-Kraftwerk. 199
Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes und der Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt e. V., Die —. 18

Digitized by Google

Wasserstraßen.

Seite

Guadalquivir, Kanalisierung und Wasserkraftausnützung; des —. 65
Hüningen-Mühlhausen, Kanalstrecke —. 117
Mittelland-Kanal, Der —. 224
Polen, Bau von Wasserstraßen in —. 5
Wasserstraßenbau und Schiffahrtsabgaben. 80

Wasserversorgung.

Dallas, Stausee für Wasserwerke —. 5
München, Die städtische Wasserversorgung —. 77
Oberschlesien, Die Wasserversorgung v. Deutsch- —. 248
Rheinisch-Westfälisches Wasserwerk bei Dresden. 200
Stuttgart, Erweiterung der Wasserversorgungsanlagen —. 400

Ausstellungen.

Seite

Internationale Ausstellung, Die —, für Binnenschiffahrt und Kraftnutzung Basel 1926. Von Regierungsbaurat Schütz. 119
Wasserwirtschaft und Wassertechnik auf der internat. Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926. Von Dr.-Ing. Dr. techn. e. h. A. Ludin. 143
Sondertagung d. Weltkraftkonferenz in Basel, Zur —, 31. Aug. bis 8. Sept. 1926 (Programm). 145
Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel, Eintrittspreise. 174
Ausnützung der Wasserkräfte und die Energiewirtschaft auf der Baseler Ausstellung. Von H. Roth. 185

Geschäftliche Nachrichten.

Fritz Neumeyer A.-G., München/M.A.N. Nürnberg (Auflösung der Vereinigung). 8

Vereine, Versammlungen.

Bund der Freunde der Technischen Hochschule München, Programm der 5. Tagung. 290
Hafenbautechnische Gesellschaft, 8. Hauptversammlung 14./15. Mai zu Bremen. 80
Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie, Die —, Generalversammlung, 22.—26. November zu Charlottenburg. 162, 278
Verein beratender Ingenieure, Programm der Mitgliederversammlung 4.—6. Sept. zu Breslau. 214
Verein Deutscher Ingenieure, Bayer. Bez.-Verein, Vorträge. 250, 290

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 63, 99, 247

Zeitschriftenschau.

Allgemeines. 237
Bahnelektrisierung. 92
Elektrochemie. 276
Elektroheizung. 40
Elektrotechnik. 139
Energiewirtschaft. 17, 29, 40, 78, 128, 159, 200, 237, 249
Hydraulik. 5, 52, 129, 213, 225, 264, 277
Wasserbau. 30, 139, 160, 183, 201, 225, 288
Wasserkraftanlagen. 6, 52, 93, 104, 160, 173, 183, 264, 277, 300
Wasserkraftmaschinen. 6, 65, 93, 104, 201, 265, 277
Wasserreinigung. 30, 276, 288
Wassermessung. 53, 289
Wasserstraßen. 7, 66, 117, 140, 200, 289
Wasserversorgung. 18, 66, 117

Buchbesprechungen.

Beiträge zur Kenntnis des Schleusenbetriebes unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse am Rhein-Herne-Kanal, von Dr.-Ing. G. Mahr. 174
Bell Theodor & Cie., Kriens-Luzern, unser Werk. 8
Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in der Schweiz, von Dipl.-Ing. Gurewitsch. 289
Denkschrift der Arbeitsgemeinschaft der Wasserkraftbesitzer Thüringens e. V. über die Wasserrechtsentwicklung der vorm. Gebiete Thüringens und über die Vereinheitlichung des Thüringer Wasserrechts. 54
Deutsche Tiefbaugewerbe, Das —, von Dr. Th. Beermann. 54
Deutscher Werkkalender 1926, von der Reichszentrale für deutsche Verkehrswerbung. 42
Divergente und konvergente Strömungen mit kleinen Oeffnungswinkeln, von F. Dönch. 240
Druckdifferenzmessung, Ueber das Wesen der —, von Siemens & Halske A.-G. 105
Einflüsse auf Beton, von Professor Dr.-Ing. A. Kleinlogel. 142
Eisenbeton, Der —, seine Berechnung und Gestaltung, von Dr.-Ing. R. Saliger. 162
Elektrisierung der Oesterr. Bundesbahnen, Die Arlbergbahn, von d. Oester. Siemens-Schuckertwerken. 141
Elektrisierung der Oesterr. Bundesbahnen, Rückblick und Ausblick, von Direktor Ing. P. Dittes. 142
Deutsche Maschinenfabriks-A.-G. Duisburg. Demag, Duisburg. 106
Elektroingenieur-Kalender 1926, Hirsch Wilking —, von A. H. Hirsch und Fr. Heintzenberg. 173
Film in der Technik, Der —, von Ing. R. Thun. 130
Fortschritte der Abwasserreinigung, von Dr.-Ing. K. Imhoff. 53
Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft, vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband. 226
Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen, Der —, von Prof. Dr.-Ing. A. Staus. 301
Grundriß technisch-wirtschaftlicher Probleme, von Dipl.-Ing. C. T. Kromer. 204
Grundzüge der technischen Wirtschafts-, Verwaltungs- und Verkehrslehre, von Professor E. Mattern. 29
Grundzüge der Trinkwasserhygiene, von der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. 203
Gußbeton, von Dipl.-Ing. E. Stadelmann. 105

Digitized by Google

Seite

Hebezeuge, Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper, von Dr. F. Schmidt. 161
Holzdaubenrohre, von Dipl.-Ing. H. Rabovsky. 18
Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, 1. Band, 25. Aufl., vom Akademischen Ingenieurverein Hütte. 8
Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, 2. Band, 25. Aufl., vom Akademischen Ingenieurverein Hütte. 266
Hydraulische Einrichtungen des Maschinenlaboratoriums der staatl. württemberg. höheren Maschinenbauschule in Eßlingen am Neckar, Die —, von Prof. Dr.-Ing. A. Staus. 214
Hydraulische Probleme, vom wissenschaftlichen Beirat des Vereins Deutscher Ingenieure. 118
Hydrographische Grundlagen für die Planung von Wasserkraftwerken, Die —, von Dr.-Ing. R. Drenkhahn. 140
Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung, Ausstellungsbericht d. Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. 266
Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft f. Bauingenieurwesen 1925, von Dipl.-Ing. Baer. 41
Jahrbuch für Eisenbahnwesen 1925/26, von Reichsbahndirektionspräsidenten z. D. Wulff und Reichsbahnrat Dr. Zeitler. 7
Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, von der Hafenbautechnischen Gesellschaft Hamburg. 204
Kaplan-Turbinen (Druckschrift von I. M. Voith). 66
Kraftwerk Fortuna II, Das —, von Dir. A. Schreiber. 66
Lehrgang der Schaltungsschemata, von Professor Dr. I. Teichmüller. 277
Leykam-Josefsthal A.-G. für Papier- und Druckindustrie, Wien, Denkschrift aus Anlaß der neuen Kraftanlagen im Werk Gratwein. 129
Organisation und Wirtschaft der bayerischen Elektrizitätsversorgung, von Oberregierungsrat E. Obpacher. 29
Querprofile von Binnenschiffahrtskanälen, Ueber —, von Dr.-Ing. P. Schmies. 266
Regeln für die Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen, Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, von dem hierfür vom V.D.I. und Verein Deutscher Maschinenbauanstalten gebildeten Ausschuß. 118
Schweizerische technische Zeitschrift. 79
Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. für das Jahr 1923 und für das Jahr 1924, von der Geschäftsstelle der Vereinigung der Elektrizitätswerke. 141
Tage der Technik. Technisch-historischer Abreißkalender 1927, von Dr.-Ing. h. c. F. M. Feldhaus. 289
Talsperrenbau, Der —, von Regierungs- und Baurat P. Ziegler. 94
Turbinenversuchsanstalt der A.-G. der Maschinenfabrik vorm. Th. Bell & Cie., Kriens, von Ing. O. Walter. 278
Untersuchung über die Geschwindigkeitsverteilung in turbulenten Strömungen, von I. Nikuradse. 237
Untersuchung über Wassermessungen. Nr. 18 der Mitteilungen des Eidgen. Amtes für Wasserwirtschaft, von F. Kuntschen und Dr. A. Strickler. 214
Verbrennungsmotoren und deren Wartung. Die —, von Emil Buck. 203
Vereinigung der Elektrizitätswerke, Bericht über die 33. Hauptversammlung. 141
Verleihung und Sicherstellung nach dem preußischen Wassergesetz v. 7. April 1913, von I. Peltzer. 302
Wasserbaulaboratorien Europas, Die —, im Auftrag des V.D.I., herausgegeben von G. de Thierry und C. Matschoß. 161
Wasserkraftausnutzung in Bayern, vom Bayerischen Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde. 238
Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, von Oberbaudirektor K. Dantscher und Ing. C. Reindl. 301
Wasserturbinen, Die —, von Dipl.-Ing. P. Holl. 141
Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben, Die —, von Geh. Baurat Dr.-Ing. e. h. Soldan. 250
Zusammenfassende Darstellung von Schraubenversuchen, von Dr.-Ing. W. Schmidt. 203

Eingegangene Bücher.

Seite: 7, 41, 105, 118, 129, 213, 225, 249, 302.

Deutsche Patentschau.

Seite: 8, 30, 42, 80, 94, 106, 130, 142, 162, 174, 184, 204, 214, 226, 250, 266, 278, 290, 302.

Kurze Nachrichten.

Seite: 5, 28, 40, 65, 77, 127, 139, 200, 288.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 1 **München, 1. Januar 1926** **21. Jahrgang**

Ein Ausblick vom Standpunkte des Ingenieurs auf die schöne blaue Donau.

Von Franz Kreuter.

In meinem „Flußbau“ [1]) S. 530 habe ich geschrieben: „Die Donau ist, was Schiffbarkeit betrifft, von der Natur weit weniger begünstigt, als der Rhein. Für den Ingenieur aber ist und bleibt ihr langer, alle erdenklichen Aufgaben der Wasserbaukunst in größter Mannigfaltigkeit darbietender Lauf, von der Quelle bis zur Mündung, eine unerschöpfliche Fundgrube der Belehrung.“

Dermalen bereiten sich Erscheinungen vor, welche nach längerer oder kürzerer Zeit eintreten müssen und um so anregender und lehrreicher sein werden, je früher man sich darauf gefaßt macht, um namentlich ihre ersten Anzeichen und deren Ursachen wahrzunehmen und zu verfolgen.

Die Donaustrecke, welche ich zunächst im Auge habe, ist Passau-Linz. Der Beharrungszustand dieser Stromstrecke wird hauptsächlich beeinflußt durch die drei mächtigen Gebirgsflüsse Lech, Isar und Inn. Die aus dem gut bewaldeten Urgebirge des Bayerischen Waldes stammenden Zuflüsse kommen wenig in Betracht.

Ehe ich auf den Gegenstand näher eingehe, sei mir gestattet, auf die Gefahr hin, manchen Fachmännern Bekanntes zu wiederholen, mit einer allgemeineren Betrachtung etwas weiter auszugreifen, um gewisse Grundbegriffe zu klären oder in Erinnerung zu bringen.

Der Beharrungszustand eines Geschiebe führenden Flusses wird darin bestehen, daß, von außergewöhnlichen Hochwässern abgesehen, welche tiefgreifende Umwandlungen bewirken, Gefälle und Querschnitte sich ausbilden, die nur mehr innerhalb enger Grenzen um eine mittlere Lage schwanken, so daß, wie man zu sagen pflegt, der Fluß sein Bett „rein erhält“.

Bei einem Geschiebegemenge verschiedenen Kornes folgen die Bestandteile dem Strome um so williger, je beweglicher sie sind, unter steter Verarbeitung und Zerreibung, wobei sie unablässig von weiter oben herabkommenden, beweglicheren Bestandteilen eingeholt, ersetzt und überholt werden. Die Zusammensetzung des Geschiebegemenges bleibt daher im Beharrungszustande örtlich sozusagen gleich.[2])

Beim Anschwellen des Wassers machen sich zuerst die beweglicheren Geschiebe auf den Weg, beim Abschwellen bleiben die schwerfälligeren zuerst liegen. Erstere legen während der Anschwellung weitere Strecken zurück, als letztere. So sondern sich die Geschiebe auf den Ablagerungen nach ihrem spezifischen Gewichte, ihrer Größe, Härte und Gestalt. In geregelten Flußstrecken kann man sehen, wie in der Richtung stromabwärts der weichere Kies immer feiner wird, der härtere immer mehr zurückbleibt und die Entfernung zwischen den Bänken sich vergrößert — infolge der Abnützung der Geschiebe während ihrer Wanderung.

Auf dem Rücken der Bänke erscheinen, nach dem Abschwellen, stufenweise abgesetzt, Schichten der verschieden schwerfälligen Geschiebe und führen vor Augen, wie die Schleppkraft bei deren Fortbewegung nach und nach erlahmt ist.

Beginn, Verlauf und Ende der Geschiebebewegung erinnern einigermaßen an das Entstehen, Anwachsen und Abflauen der Wellen auf stehenden Gewässern:

Ein ursprünglich glattes, ruhendes Sandbett wird unter allmählich wachsender Schleppkraft zunächst an der Oberfläche nahezu gleichmäßig abgetragen. Dann scheinen an der Grenzfläche der beiden Schichten aus beweglichen Stoffen, deren Geschwindigkeit verschieden ist, Schwingungen, oder vielmehr, an der Grundfläche der über die Oberfläche des Sandes hingleitenden Wasserschichte, Walzen zu entstehen, wodurch auf der sandigen Sohle kleine, wellenförmige Querrücken, regelmäßige Runzeln gebildet werden, die man als „Rippelmarken“ bezeichnete und welche in der zuerst durch du Buat anschaulich beschriebenen Weise auf der Sohle fortgewälzt werden[3]). Sie entstehen auch auf trockenen Sand- und Firnflächen unter dem Einflusse des darüber hinstreichenden Windes.

Die kleinen Geschiebewellen, mit zunehmender Schleppkraft einander einfangend, vereinigen sich zu kleinen Geschiebewalzen. Diese Walzen vergrößern sich, ihr Abstand wächst, ihr Gemenge wird gröber, wobei sich fortgesetzt feinere, beweglichere Bestandteile von der Walze lösen und davoneilen, aber auch anderseits solche von ihr aufgefangen werden. Im Fortwandern während der Anschwellung ständig wachsend, aber auch immer langsamer werdend und mehr und mehr an regelmäßiger Gestalt verlierend, erreichen die Walzen ihr örtlich größtes Ausmaß, in welchem sie zu Kiesbänken aufgebaut erscheinen.

Der Vorgang aber bleibt, im Großen wie im Kleinen, sich im wesentlichen gleich. Wie die Sandkörner über die Rippeln, so wälzen sich diese über die Geschiebewellen und

[1]) Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Wasserbau, Leipzig, 6. Band, Der Flußbau. 5. Aufl. 1921.
[2]) Flußbau, S. 12.
[3]) Flußbau S. 5 und S. 70.

Digitized by Google

letztere über die Kiesbänke dahin und werden die Kiesbänke selber fortgewälzt.

Beim Abschwellen stockt die Zufuhr gröbster Bestandteile und geht auch die der feineren zurück, während der Strom fortfährt, von den entstandenen Bänken abzutragen, solange und soweit seine Schleppkraft reicht. Eine Kiesbank hat daher nach dem Hochwasser nie mehr die Höhe, die sie während der Anschwellung besaß und manche Bank erscheint nachher gänzlich verschwunden.[4]) Während der Geschiebebewegung aber wallt förmlich Staub auf, der im Strome schwimmend das Wasser trübt und uns erkennen läßt, daß Geschiebe in Bewegung sei.

Beim Abschwellen zieht sich der Strom von den Ufern gegen den Stromstrich zurück und dies kommt bei der schließlichen Lage und Gestalt der Kiesbänke zum Ausdruck.

Die erwähnten und andere in meinem Flußbau besprochene Erscheinungen in der Natur aufzusuchen und zu verfolgen kann dem angehenden Ingenieur nicht genug empfohlen werden, damit er kunstgerecht sehen, beobachten lernt.

Man weiß heute, daß es zwei Grenzwerte der Schleppkraft gibt[5]), einen größeren für den Beginn der Bewegung und einen kleineren für den Beginn der Ruhe.

Wo der Fluß in ein stehendes Gewässer mündet, geht seine Schleppkraft gegen Null. Die gröbsten Geschiebe bleiben schon am Rande liegen, die anderen werden um so weiter in das stehende Wasser hineingezogen, je beweglicher sie sind und man kann dann auf der Oberfläche des Delta die erwähnten abgestuften Kiesschichten von verschiedener Schwerfälligkeit leicht unterscheiden. So zum Beispiel Reuß — Vierwaldstätter See; Argen und neuer Rheinlauf—Bodensee; und ganz besonders schön am künstlichen Saalach-See bei Reichenhall, dessen Eignung zu wasserbauwissenschaftlichen Studien ich in diesen Blättern bereits hervorgehoben habe.

Weil aber die zur Ingangsetzung von Geschieben erforderliche Schleppkraft größer ist, als diejenige, bei welcher dieselben Geschiebe zur Ruhe kamen, werden deren schwerfälligere Teile in der Regel bei nachfolgenden Anschwellungen liegen bleiben. Das Gefälle oberhalb der Ablagerung wird sich vermindern. Die Einheit der Schleppkraftstärke[6]) ist aber proportional dem Quadrate des Gefällverhältnisses, daher ist jede Aenderung des letzteren sehr einflußreich. Die nächste Anschwellung wird einen Teil ihres schweren Geschiebes oberhalb des Hindernisses zurücklassen und so staut sich dann mit der Zeit Geschiebe vom stehenden Gewässer an im Flußlaufe aufwärts, hebt sich die Flußsohle, während anderseits das ins stehende Wasser geschleppte Geschiebe darin gegen den Abfluß vorschreitet, das beweglichste voran, das schwerfälligere stufenweise folgend.

Die Hebung, nicht nur der Flußsohlen, sondern im allgemeinen der Talebenen, ist ein Vorgang, den wir in den letzten 150 Jahren mit einigem Erfolg bekämpfen gelernt haben, nicht aber zu verhüten jemals hoffen dürfen; denn, was ununterbrochen fortschreitend von den Höhen der Erdoberfläche durch die atmosphärischen Einflüsse abgetragen wird, ersetzt sich nicht und wird unaufhörlich in den Niederungen abgelagert.

[5]) Flußbau S. 80.
[4]) Flußbau S. 11.
[6]) Flußbau S. 12.

Die Abwehr besteht, abgesehen von Verbauungen im Gebirge, hauptsächlich in dem Bestreben, das Geschiebe fortzutreiben, bis es, je nach der Länge des Flußlaufes mehr oder weniger fein zermahlen, in einem See oder Meere zur Ruhe gelangt. Doch muß meist der Weg durch stete Nachhilfe, auch im Delta, künstlich offen erhalten werden. (Mündung des oberen Rheines am Bodensee; des Mississippi, der Donau, der Nogat, des Po.) Aber auch Zwischenstrecken bleiben ab und zu bedroht. Die Flußtäler der ganzen Erde erheben sich also fortwährend und es widerspricht dieser Behauptung nicht etwa die Senkung einzelner Strecken. Sie sind nur eine Folge von Flußregelungen, wofür wie ein nicht leicht wiederkehrendes Beispiel an der Isarstrecke unterhalb München haben.

Mit klarem Forscherblick hat der Altmeister C. M. von Bauernfeind auf diese Erscheinungen hingewiesen in der „Allgemeinen Zeitung" vom 3. und 4. Januar 1893, als die Frage der Schmutzwasserableitung Münchens in die Isar und das Dogma von der Selbstreinigung der Flüsse lebhaft erörtert wurde.[7])

Bauernfeind bekleidete von 1858 bis 1868 neben seiner Professur für Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum die Stelle eines Kollegialrates der Kgl. Bayer. Obersten Baubehörde[8]) und hat gemeinsam mit Friedr. Aug. von Pauli, auf Grund vorangegangener hydrotechnischer Aufnahmen, einen Grundformquerschnitt (Normalprofil) der Isar unterhalb München bestimmt zum Zwecke, die Residenzstadt vor den häufig wiederkehrenden Ueberschwemmungen[9]) und die in Ausführung begriffenen, heute so prächtigen Gasteig-Anlagen, vor Absturz zu bewahren. Statt des von Bauernfeind beantragten, geräumigen Querschnittes brachte Pauli einen etwas kleineren zur Ausführung. Der beabsichtigte Zweck wurde erreicht, und noch mehr: Das geregelte und bis über Föhring hinab gerade gerichtete Isarbett hatte sich schon im Jahre 1893 nach und nach um vier Meter gesenkt und mit ihm das Grundwasser. Die Ueberschwemmungen waren ausgeschaltet und es ward nicht nur die Bebauung weiter Flächen im Norden der Stadt, sondern auch die in aller Welt als Meisterwerk anerkannte Kanalisierung Münchens erst recht möglich. Dann aber mußte man weiterer Eintiefung Halt gebieten; zumal auch die bestehenden Isarbrücken in Gefahr gerieten. Man erbaute zu deren Schutz mächtige Wehre, welche später der Ausnützung der Wasserkraft für elektrische Stromerzeugung zugute kamen. Bauernfeind hat aber alte an Flüssen gelegene Städte angeführt (man denke an Nürnberg, Salzburg, Mainz, Köln, Kelheim und weiter hinab bis Wien usw.) zum Beweise, daß Hebungen infolge der unaufhörlichen mechanischen Wirkungen des

[7]) Der ausschlaggebende „verstärkte Obermedizinalausschuß" bestand aus 21 Medizinern und Apothekern, 4 Juristen und 3 Bautechnikern. Bauernfeind war nicht zum Worte gekommen. Aus dem Umstande, daß man im Laboratorium durch Schütteln in einer Flasche sehr gründliche Verdünnungen herstellen kann, glaubte man schließen zu dürfen, der Fluß verfahre ähnlich. Man übersah die offen am Tage liegenden riesigen „Versuchsgerinne": Donau bei Passau und Rhein bei Ludwigshafen. Von Passau weg sieht man deutlich links das grüne Wasser der Ilz, rechts das gelbe des Inn meilenweit ungestört die Donau geleiten, bis erst in der scharfen Krümme bei Neuhaus die Mischung einsetzt. Ebenso verfolgt am linken Ufer des Rheines der graugelbe Schmutzstrom der Ludwigshafener Fabrik unbehelligt den Rheinstrom weiter. Ähnliche Fehlschlüsse aus dem Kleinsten ins Größte statt Naturbeobachtung spielen übrigens auch heute noch eine Rolle. Dies nebenbei.

[8]) Seit jener Zeit sind meines Wissens nur noch die Professoren der Karlsruher Technischen Hochschule Mitglieder der Obersten Baubehörde ihres Landes geblieben und wahrlich nicht zum Nachteile des Letzteren.

[9]) Ich erinnere mich aus meiner Jugend im Anfang der 1850er Jahre, daß der „Englische Garten" zeitweise völlig überschwemmt und unzugänglich war.

Digitized by Google

Wassers später, aber immerhin noch in absehbarer Zeit eintreten werden. „Denn da man nicht annehmen kann, daß die alten Baumeister dieser Städte, welche die ersten Häuser derselben in die Nähe der Flüsse setzten, deren Wasserstände nicht gekannt oder nicht beachtet haben sollten, so kann die von uns wahrzunehmende Erscheinung, daß nunmehr das Hochwasser bis zum ersten Stockwerke der Häuser reicht," nur dadurch erklärt werden, „daß die Wässer das von den Höhen abgerutschte Erdreich und Gestein im Strom soweit fortschieben, als es ihre Kraft gestattet und dann liegen lassen, wodurch sich die Flußbetten und Flußtäler ständig erhöhen, von ihrem Ursprung bis zum Meere".[10])

Bauernfeind sagt am Schlusse seiner Betrachtung: „Das Isartal wird sich, auch wenn die Nachwirkungen der Korrektion der unteren Strecke derselben ihr Ende erreicht haben werden, was noch lange nicht der Fall ist, stetig erhöhen" und es entsteht die Frage, „kann diese Erhöhung so groß werden, daß sie den . . . . . Betrieb der Abschwemmung der menschlichen Abfallstoffe gefährdet?"

In neuester Zeit haben sich die Verhältnisse wesentlich geändert. Bei Föhring ist ein gewaltiges Wehr eingebaut worden. Für die Abfallstoffe bietet der gegenwärtige Stand der technischen Wissenschaften Mittel und Wege, um sie nicht nur unschädlich, sondern sogar nützlich zu machen. Diese Sorge darf uns daher nicht beschweren. Aber andere Folgen des kühnen Eingriffes in den Beharrungszustand eines wilden, geschiebereichen Gebirgsflusses sind näherer Betrachtung wert.

Was ich vorhin über die Zustände an der Einmündung in ein stehendes Gewässer gesagt, gilt auch für das Stauwasser oberhalb eines Wehres. Auch dieses ist als ein stehendes Gewässer zu betrachten. Der Stau verläuft theoretisch ins Unendliche, nicht aber in Wirklichkeit. Das tatsächliche, wahrnehmbare Ende des Staubereiches zeigt sich in einer quer über den Wasserspiegel laufenden, gekräuselten Falte, dem hier entstehenden sogenannten „Wassersprung", welcher aber, wie Rehbock nachgewiesen hat, kein Sprung ist, sondern eine Walze, die sich in der Richtung gegen die Strömung dreht. Hier liegt die Grenze, wo die beschriebene Trennung der Geschiebe einsetzt, das schwerfälligste Geschiebe liegen bleibt, sich allmählich vermehrt, einer Bank entgegen, die sich mit schwerfälligem Geschiebe stromaufwärts, mit beweglicherem stromab, gegen das Wehr hin weiter baut, ihm immer näher rückend, das Staubecken allmählich füllend, das Flußbett stromauf allmählich hebend.[11]) Lehrreiche Beispiele wird der forschende Ingenieur an vielen Wasserkraftanlagen in Geschiebe führenden Gebirgsflüssen entdecken. Von den sogenannten Kiesfallen ist, selbst wenn sie mit Ueberlegung und Sachkenntnis angelegt worden (nicht etwa den Kies aus dem Werkkanal herausholen sollen, nachdem man ihn hinein geleitet) keine Wirkung auf die erwähnten Ablagerungen zu erwarten. Höchstens werden sie, wenn die Bank schließlich bis zum Wehr sich vorgeschlichen hat, den Einlauf zum Werkkanal von dem hier anlangenden feineren Geschiebe frei halten, und dann erst ist eine notdürftige Wiederherstellung des Beharrungszustandes vom Wehr flußabwärts vermöge der Kiesfallen denkbar. Niemals aber werden sie, wie die Theorie der Geschiebeführung (Flußbau S, 16) bestimmt ausspricht und der Augenschein leicht bestätigt, die Schleppkraft so weit hinauf hinreichend zu verstärken imstande sein, daß die oberhalb abgelagerten, Schritt für Schritt schwerfälliger werdenden Geschiebe wirksam angegriffen werden. Unter Umständen werden nur Baggerungen helfen. Man bilde sich aber nicht ein, den Beharrungszustand der unterhalb des Wehres sich anschließenden Flußstrecke einfach aufrecht zu erhalten, indem man kurzweg das Baggergut unterhalb wieder in den Fluß wirft. Das müßte mit großer Ueberlegung und könnte nicht so ohne weiteres geschehen.

Der Beharrungszustand eines Geschiebe führenden Flusses wird unbedingt durch ein Wehr gestört. Was oben sich ablagern muß, wird unten fehlen. Der Fluß wird hier die Sohle angreifen, das Bett vertiefen, den Bestand der Uferbauten gefährden, wodurch neue Schutzmaßregeln nötig werden. Wo man das Arbeitsvermögen des Flusses, eine gegebene Größe, mit Beschlag belegt hat, um es anderweit zu verwerten, ist nicht zu erwarten, es ohne weiteres wieder herbeizuschaffen, wo es vorher für die Geschiebeführung nötig und zur Aufrechterhaltung des Beharrungszustandes nützlich war. Was ich hier des breiteren an dem besonders lehrreichen Beispiele unserer Isar dargelegt, zeigt sich am Lech und muß sich zeigen am Inn, aber auch an der Donau. Hier wird nicht nur die Wirkung des eigenen Wehres (Kachlet) sondern auch die der Störungen an Inn und Isar in Betracht kommen, um so mehr, da sie fast gleichzeitig erfolgen.

An der Donau ist zu erkennen, daß die Granitenge des Kachlet ebenso als „Geschiebemühle" wirkt, wie jene zwischen Grein und Struden.[12]) Das Donaubett von Passau aufwärts erscheint auffallend „rein", das Kalkgeschiebe aufgearbeitet und leicht bewältigt. Erst der Inn schleppt wieder bei Passau ansehnliche Geschiebemengen in die Donau, welche man bis Linz verfolgen kann.

Durch das Wehr im Kachlet wird das Geschiebe des Lech und auch der Isar aufgefangen, wenn letzteres wieder einen Weg in die Donau gefunden. Die „Geschiebemühle" aber wird außer Betrieb sein. Die Donau hat daher schon vom Kachlet an, aber erst vollständig von der Innmündung abwärts wo gleichsam die Summe von drei gewaltigen Eingriffen sich geltend machen muß, Störungene ihres jetzigen Zustandes zu gewärtigen, und zwar vorerst Senkungen des Bettes, welche je nach der Oertlichkeit günstig oder ungünstig ausfallen können. Im letzteren Falle wird man sich damit abfinden müssen, aber dies um so leichter und sicherer tun können, je eher und je gründlicher man alle Möglichkeiten erwägt und die auftretenden Erscheinungen aufmerksam und sachkundig verfolgt, eine für die in der Wasserbaukunst von alters her des meisterlich geschulten österreichischen Fachgenossen gewiß höchst anregende und erfolgreich zu bewältigende Aufgabe.

München, den 10. November 1925. (W. 652).

[10]) 1828 fand man z. B. zu Andernach a. Rh. an zwei Stellen, welche 4.8 m unter dem Wasserspiegel des Rheines lagen, römisches Straßenpflaster. Danach ergiebt sich, daß durchschnittlich im Laufe von 1600 Jahren der Rhein eine Schichte von 3 mm Dicke im Jahre abgelagert hat. Bekannt ist die stetige Erhöhung des Niltales, besonders auffallend die Hebung der Sohle und Wasserstände über das angrenzende Talgelände bei eingedeichten Flüssen (Etsch, Po, Theiß, Noga').

[11]) Vergl. Flußbau S. 23.

[12]) Kreuter, Beitrag zur Beurteilung der Abnützung der Flußgeschiebe Zeitschr. d. Österr. Ingenieur- und Architektenvereines 1914.

Digitized by Google

Rundschau.

Wasserkraftanlagen.

Das Rheinkraftwerk Kembs. Nachdem sich anfangs dieses Jahrhunderts die Rheinschiffahrt bis Straßburg hinauf ausgedehnt hatte, förderte zunächst der Schweizer Ingenieur Rudolf Gelpke den Gedanken der Großschiffahrt bis Basel, der sich weiterhin bis zum Bodensee ausdehnte. Für die Strecke Straßburg—Basel kommen zur Schiffbarmachung drei Wege in Betracht: die Niederwasserregulierung, die Vollkanalisierung des Rheinbettes nach einem Entwurf des badischen Oberbaurats Kupferschmidt nebst Kraftausnutzung im Fluß und ein Seitenkanal mit Kraftwerksanlagen, wie ihn bereits Hallinger im Jahre 1916 beschrieb[1]) und wie ihn auch Frankreich nunmehr verfolgt. Die in Frage kommende Leistung von 800 000 PS auf 100 km Flußlänge läßt sich naturgemäß am vollkommensten durch Seitenkanäle

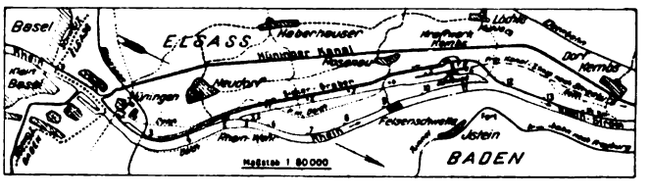


Abb. 1. Lageplan des Kembser Projektes.

mit wenigen hohen Staustufen erreichen. Vorwiegend interessiert heute die Strecke Basel—Straßburg, auf welcher sich der noch nicht im Gleichgewicht befindliche Rheinlauf jährlich um 6 bis 8 cm vertieft. Die Schweiz hat durch die badische Wasserbaubehörde ein Regulierungsprojekt ausarbeiten lassen, dessen Kosten mit 50 Millionen RM. veranschlagt sind; gleichzeitig hat Frankreich, welches nach dem Diktat von Versailles das alleinige Recht einer Wasserkraftnutzung des Rheins besitzt, sein Projekt des an das Kraftwerk Kembs anschließenden „Grand Canal d'Alsace" ausgearbeitet.

Nachdem für die Kembsstufe vor dem Krieg durch René Köchlin zusammen mit der Firma Havestadt und Contag ein an der Isteiner Schwelle zu errichtendes Walzenwehr zur Ausnützung von 9 bis 10 m Gefälle projektiert worden war, hat Frankreich nach dem Krieg, der ihm das konzessionsreife Projekt in die Hände fallen ließ, durch René Köchlin unter Ausschluß deutscher Mitarbeit den Entwurf nach größeren Gesichtspunkten durchgearbeitet.

Nach Abbildung 1 wird der Rhein um 8 m über NW. aufgestaut und eine Wassermenge von bis zu 850 m³/Sek. in den am linken Rheinufer gelegenen Kanal abgeleitet. Der Oberwasserkanal erhält eine Länge von 5,635 km, der Unterwasserkanal 1,13 km bei 12 m Einschnitt. Das Wehr im Rhein enthält 3 Hauptöffnungen von 30 m Weite und Seitenöffnungen von 17,5 m Weite. Die Stauhöhe über der Schwelle, welche auf der Höhe der Rheinsohle liegt, von 11,5 m schließt Wehrwalzen aus und erfordert zweiteilige Rollschützen. Die größte Hochwasserabführung, zu welcher der Wehrquerschnitt vollständig freigelegt werden muß, beträgt 4000 m³/Sek.

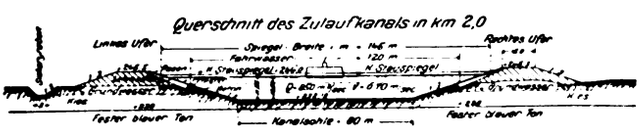


Abb. 2. Kraft- und Schiffahrtskanal.

Für den Zulaufkanal (Abbildung 2) ist ein Querschnitt mit dreifacher Böschung, einer Sohlenbreite von 80 m, einer Spiegelbreite von 120 m und einer Tiefe von 10 bis 11 m vorgesehen, woraus sich bei 850 m³/Sek. eine mittlere Geschwindigkeit von 0,7 m/Sek. ergibt. Die Schiffahrt wird dabei mit einer Fließgeschwindigkeit von 1,2 bis 1,5 m/Sek. zu rechnen haben. Bedenken für die Schiffahrt erregt der Unterwasserkanal mit einer Gegenkrümmung von 500 m Halbmesser, dessen Sohle 6 m unter dem Mittelwasserstand des Rheins liegt.

An das Kraftwerk schließt sich eine Kammerschleuse von 25 m Breite an. Die hohe Lage des Stauspiegels im Kanal über dem Gelände, dessen Sohle ungedichtet vorgesehen ist, und bei welchem nur die Böschungen durch Einstampfen einer Tonschicht, durch eine Betonabdeckung im unteren Teil und Pflasterung im oberen Teil geschützt werden soll, erregt wasserbautechnisch erhebliche Bedenken. Wenn hier bei der großen Druckhöhe und dem durchlässigen Kiesuntergrund Undichtigkeiten eintreten, sind die schwersten Befürchtungen mit Rücksicht auf den hochliegenden Wasserspiegel und dem riesigen Wasserinhalt des Kanals gerechtfertigt.

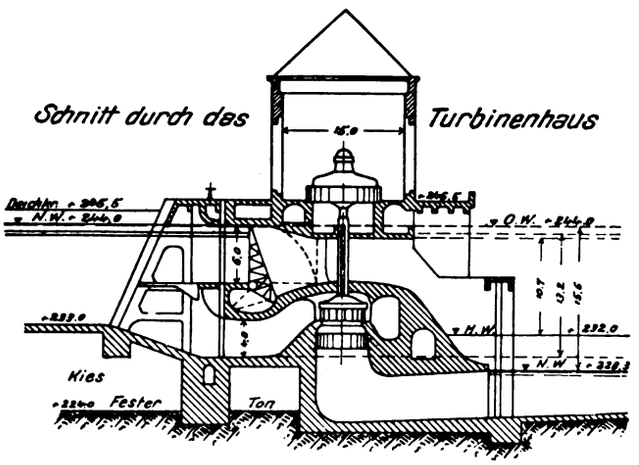


Abb. 3. Entwurf des Kembser Kraftwerkes.

Das Kraftwerk selbst, welches 65 000 bis 120 000 PS leisten wird, kann auch bei Hochwasser noch mit 6 m Gefälle arbeiten. Sein Entwurf ist nach Abbildung 3 dadurch interessant, daß zwischen den Turbinen und dem Maschinenhaus ein 6 m hoher und je 10 m breiter Durchfluß vorhanden ist, welcher als Ueberfall dient. Dieser Freilauf wird durch eine Stauklappe verschlossen, die im Winter auch zur Eisabfuhr dienen kann.

Zum Einbau sollen 10 Turbinen von je 12 000 PS-Leistung gelangen. Diese eigenartige Ausführung des Kraftwerkes, bei welcher allerdings die Zugänglichkeit zu den Turbinen, insbesondere zum Leitraddeckel und den Regulierteilen außerordentlich erschwert bzw. unmöglich gemacht ist, wird

[1]) Zwei deutsche Großkraftquellen: Erster Teil: Der Rhein. Von Civiling. Joh. Hallinger, München.

Digitized by Google

ihre betriebsmäßigen Vor- und Nachteile wohl erst zeigen müssen.

Die Weiterführung des Grand Canal im Anschluß an das Unterwasser dieses Kraftwerkes würde allerdings eine erhebliche Unterbrechung der Schiffahrt bei der Verbauung des Einlaufs in den Rhein und den Durchstich des Kanals ergeben und bei dem geplanten stufenweisen Ausbau des Grand Canal mit einer gesamten Bauzeit von vielleicht 40 Jahren wäre dann noch fünfmal mit solchen Unterbrechungen am jeweiligen Ende der Stufen zu rechnen.

Mit dem Bau des Kraftwerkes Kembs durch die „Oberrheinischen Kraftwerke zu Mülhausen" wird bei der Wirtschaftlichkeit dieser Anlage durch den hohen Leistungsgewinn wohl gerechnet werden müssen. Von vornherein werden zwei Schleppzugschleusen mit entsprechend großen Vorhäfen anzulegen sein, da eine nachträgliche Verdoppelung der Schleusenanlage im Betrieb natürlich ausgeschlossen ist.[2])

In wieweit allerdings die gegenwärtige Finanzlage Frankreichs dieses Unternehmen derzeit gestatten wird, mag vorerst dahingestellt bleiben. (Nach Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1925, Heft 7, Sonderheft: die deutschen Wasserstraßen, das Rheinkraftwerk Kembs unterhalb Basel und die Rheinschiffahrt, von Geh. Baurat Contag). (W. 593.)

Bruch einer Talsperre in Nord-Wales. In der Nacht vom 2. November ist die im Jahre 1908 fertiggestellte Talsperre im Conway-Tal, Nord-Wales, gebrochen. Durch den rechtwinkelig ausgebauten Damm, wobei der eine Schenkel in eine Krümmung auslaufend ausgebildet war, wurden 4 500 000 m³ Wasser des Llyn Eigiau-Sees gestaut. Der Abfluß des Wassers war im Schnittpunkt der beiden Schenkel angeordnet; es strömte in das natürliche Bett des Porthllwyd. Die durch die Wasserkräfte gewonnene elektrische Energie hatte man in den umliegenden Industriestätten ausgenutzt. Die Talsperre brach am Fuße der Krümmung, während der übrige Teil nicht beschädigt wurde. Die freigewordenen Wassermassen haben, da sie 4 km unterhalb der Talsperre in einem 300 m tiefen Wasserfall abstürzten, die in der Nähe gelegenen Ortschaften und Fabrikanlagen zerstört und weite Flächen überschwemmt. In England ist dies der erste Bruch einer Talsperre, die zur Ausnutzung von Wasserkräften für elektrische Kraftübertragung gebaut worden ist. („The Engineer", 6. November 1925, S. 496 nach VDI. Nr. 47). (W. 666). Kra.

Kurze Nachrichten.

Bau von Wasserstraßen in Polen. Das polnische Ministerium für öffentliche Arbeiten beabsichtigt, im Laufe der nächsten 25 Jahre zirka 4500 km natürlicher Wasserstraßen zu regulieren und größere Kanalbauten im Gebiete von Oberschlesien und dem Becken von Dombrova anzulegen, die diese Gebiete mit Warschau wie auch mit den Lodzer und Plocker Industriezentren verbinden sollen. Hierdurch wären Verbindungen zwischen Bug und Weichsel sowie zwischen San und Dnjestr zu erzielen. Durch den letzteren würden die polnischen Industriegebiete mit dem Schwarzen Meere und durch die Weichsel mit dem Baltischen Meere verbunden sein. Die Kosten der Arbeiten werden auf 60 Millionen Zloty jährlich geschätzt. Voraussetzung für die Verwirklichung des Planes ist die Beteiligung ausländischen Kapitals. — **Die Ausnützung rumänischer Wasserkraft.** Die Konzession für die Ausnützung der Bistritza-Wasserkräfte ist laut Pariser „Ag. Ec. et Fin." einer rumänisch-amerikanischen Gruppe erteilt worden, der die Banken Chrissoveloni und Romanesca angehören. Der Staat hat sich den Anspruch auf 25 Prozent der erzeugten Energie vorbehalten. Die zu gewinnende Kraft wird auf 170 000 PS geschätzt. — Ferner verhandelte der rumänische Finanzminister mit Vertretern der American European Utilities Corp. wegen Errichtung eines Wasserkraftwerkes bei Bukarest, das jährlich 40 Millionen Kilowattstunden liefern soll. Die zu diesem Zwecke zu errichtende Gesellschaft soll Lei 400 bis 1000 Millionen Kapital erhalten. — **Stausee für Wasserwerke von Dallas** (Ver. Staaten). Bei Garza, 40 km nordwestlich Dallas, im Staate Texas errichten die Wasserwerke von Dallas mit einem Kostenaufwande von 5 000 000 Dollars einen Damm quer durch den dortigen Fluß (Elm Fork of Trinity River) und stellen so einen Stausee mit 1500 qkm Einzugsgebiet und 283 Millionen cbm Inhalt her. Der Staudamm wird mit dem Untergrunde jeweils entsprechenden Fundierungen in zwei Paralleldämmen aus festem Material gebaut, der weite Zwischenraum durch Spülung vollgeschüttet. (W. 667). Kra.

Persönliche Nachrichten.

Titel und Rang eines Ministerialdirektors wurde dem Ministerialrat im Bayerischen Staatsministerium des Innern,

Hans Schneider,

der Titel eines Geheimen Rates mit dem Rang eines Ministerialdirektors dem Ministerialrat im Bayerischen Staatsministerium des Innern,

Theodor Freytag

verliehen.

Wir dürfen den beiden um die Bewirtschaftung der Bayerischen Wasserkräfte so verdienten Männern auch an dieser Stelle unseren Glückwunsch zum Ausdruck bringen.

Schriftleitung und Verlag.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Hydraulik. II. Bericht über die Versuche zur Ermittlung des Durchflußgesetzes und der Durchlässigkeitskonstanten für den Durchfluß von Wasser durch verschiedene Kies- und Sandmaterialien in der Versuchsanstalt Manegg. Von W. Hugentobler, Ing. der Abdichtungskommission des Schweiz. Wasserwirtschaftsverb. „Schweiz. Wasserwirtschaft", 1925, Nr. 5, Beil. Seite 123—130 mit 10 Abbildungen. — (Angaben über die Versuchsapparate und die Versuche zum Beispiel mit Lehmwasser- und Sandeinschwemmungen.)

— Das Karlsruher Flußbaulaboratorium. Zur Hundertjahrfeier der Techn. Hochschule Karlsruhe. Von

[2]) Ueber den Grand Canal d'Alsace und das geplante Kraftwerk Kembs verbreitet sich der Projektverfasser René Köchlin auch ausführlich im Schweizerischen Rhein-Jahrbuch 1925 (herausgegeben von der Schweizerischen Schleppschiffahrtsgenossenschaft in Baseln, Verlag Frobenius A. G., Basel) unter Beigabe einer Anzahl von Plänen und Entwürfen. Direktor Payot des Elektrizitätswerkes Basel untersucht a. a. O. den Einfluß des Rückstaues des Kembswerks auf dem Rhein innerhalb der Stadt Basel und kommt zu dem Schlusse, daß der Stau nur von guter Wirkung für die Schiffahrtsverhältnisse auf dieser Strecke sein wird.

Digitized by Google

Dr.-Ing. Schleicher. — Z. d. V. d. I., 1925, Heft 44, Seite 1379 bis 1381 mit 6 Abbildungen. — (Kurzer geschichtlicher Rückblick; Einrichtungen des Flußbaulaboratoriums; Das Institut für Beton und Eisenbeton.)

— Les lacs d' après le Professeur L. W. Collet. (Die Seen nach Prof. Collet). Von Dr. Parágas. — Bull. techn. de la Suisse rom., 1925, Heft 22, Seite 265—270, mit 10 Abbildungen. — (Die Bildung, das Wasser und der Bestand der Seen, typische Beispiele aus den Hochalpen-Seen, Geschiebe, Mündungsdelta, Ablagerungen. Die Seen vom Standpunkt der Wasserkraftnutzung aus.)

— Bestimmung des Kutterschen n-Wertes für Abwasserrohrleitungen von 45 und 50 cm Durchmesser. Von Ch. W. Sherman. Engineering News Record, Nr. 11 v. 10. 9. 25, Seite 434/36. — (Ergebnisse von 15 Messungen an Betonleitungen aus dem Jahre 1893 in Cambridge, Mass; Beschreibung der untersuchten Leitungsstrecken und der Durchführung der Messungen. n ergab sich zu 0,011—0,020. Verfasser schlägt vor zu wählen: n = 0,011 für frisch gereinigte Leitungen ähnlichen Querschnittes; n = 0,013 bei Vorhandensein von leichten Ablagerungen und von Mannlöchern; n = 0,018—0,020 bei starken Ablagerungen nach langem Gebrauch ohne Reinigung und bei zahlreichen Mannlöchern. Als Mittelwert wird n = 0,015 vorgeschlagen; n = 0,013 ist nur vertretbar, wenn die Leitung im Betrieb häufig gereinigt wird.)

— Gefälleverluste und Durchfluß in Holz- und Betonröhren. Von Hellström. „Teknisk Tidskrift" 1925, Heft 17, 8 Sp., 9 Abbildungen und 2 Tafeln. — (Entwicklung von Formeln für Gefällsverluste an Hand von graphischen Darstellungen und Zahlentafeln unter Zugrundelegung amerikanischer Versuche.)

Wasserkraftanlagen. Neuerungen an Abschlußorganen von Turbinenanlagen. Von Dr.-Ing. Löwy. — Elektrotechnik u. Maschinenbau, 1925, Heft 43, Seite 841—846 mit 13 Abbildungen. — (Beschreibung der gebräuchlichen Absperrvorrichtungen: Drosselklappe, Kugelschieber von Escher, Wyss & Cie., Kolbenschieber: Johnson-Ventile, Ringschieber der Rollschen Eisenwerke, desgl. mit Zahnstangen- und Kurbelantrieb der Leobersdorfer Maschinenfabrik-AG.; Ausführungen des letzteren.)

— Zur Wasserbilanz des Kraftwerkes Wäggital. Schweiz. Bauztg. 1925, Bd. 86, Heft 17, Seite 212—214 mit 4 Abbildungen. — (An Hand von Niederschlags-, Abfluß- und Wasserhaushaltkurven wird die richtige Bemessung des Stausees mit 140 Mio m³ nachgewiesen. Angaben über die Sickerverluste von Mauer und Stollen.)

— Das Planseewerk der Marktgemeinde Reutte in Tirol. Zeitschr. d. bayer. Revisionsvereins. 1925, Heft 19, Seite 207—210 mit 8 Abbildungen. — (Beschreibung der verschiedenen Ausbaustufen zunächst zur Aufstellung eines 3500 PS-Satzes mit neuem Wasserschloß, schließlich Heranziehung des Plansees und Heiterwanger-Sees um 5 m mit neuem Entnahmebauwerk zur Gewinnung von 18 Mio kWh (derzeit 9 Mio kWh) Jahresarbeit.)

— Ueber die Automatisierung von hydroelektrischen Zentralen. Von Ing. Puppikofer. — Schweiz. Wasserwirtschaft, 1925, Heft 10, Seite 201—206. — (Wert der automatischen Anlagen für die Schaffung von Zusatzwerken; grundlegende Gesichtspunkte für deren Ausrüstung.)

— Die Einrichtungen des Großkraftwerkes Mittlere Isar für die Erzeugung von Einphasen-Wechselstrom. Von Oberregierungsrat Dr.-Ing. Kurzmann. — Elektr. Bahnen, 1925, Heft 10, Seite 369—382 mit 20 Abbildungen. — (Allgemeine Beschreibung der Bau- und Maschinenanlagen der M. I.; Generatoren und Schaltanlage für Einphasenstrom; Sicherheitseinrichtungen, Schaltung und Sicherheitseinrichtungen der Erregeraggregate.)

— Die Wasserakkumulieranlage des Kraftwerkes Rempen. (Die Kraftwerke im Wäggital). Von Hoeffleur. — Bulletin Oerlikon, 1924, Nr. 52/53, Seite 217 bis 219 mit 6 Abbildungen. — (Kurze Beschreibung der Kraftwerke Siebnen und Rempen und der letzteren Pumpenanlage mit 5100 PS-Vertikalmotoren.)

— Das Zweribachwerk. Von Reg.-Baumstr. a. D. K. Köbler, Karlsruhe i. B. „E.T.Z." 1925, Heft 43, Seite 1611 bis 1617 mit 10 Abbildungen. — (Energiemarkt und Wasserkräfte Badens, technische Ausgestaltung derselben im Vergleich zu den Nachbarländern. Wirtschaftlichkeit von Speicherwasserkraftanlagen im allgemeinen. Beschreibung des Zweribachwerkes mit 490 m Gefälle. Einiges über hydraulische Pumpenspeicherung.)

Wasserkraftmaschinen. Neuzeitliche Turbinen mit stehenden Wellen für niedrige Gefälle. Von v. Troeltsch. — Mitteilungen d. Ver. d. Elketrizitätswerke 1925, Heft 395, Seite 471—479 mit 16 Abbildungen. — (Allgemeines über die Entwicklung der Schnelläufer und bes. der Vertikalturbinen; Einbau, Saugrohr, Generatoraufstellung, Wirkungsgrad; Kaplan- und Propellerturbinen. Beispiele: Ruhrkraftwerk am Hohenstein, Schwabenheim, Unteropfingen, Kachlet, Siebenbrunn, Untertürkheim.)

— Benutzung stählerner Saugrohrauskleidungen als Schalung beim Betonieren. Engineering News Record Vol. 95, Nr. 7 v. 13. 8. 25, Seite 264 mit 1 Abbildung. — (Beim Betonieren der geraden, konischen Saugrohre und der Spiralen für die Turbinen der Wasserkraftanlage der Pacific Gas u. Electric Co., Californien, wurden die Formen in Stahlblech hergestellt. Die Stahlverkleidung blieb in dem fertigen Bauwerk stecken zur Herabminderung der Rauhigkeit.)

— Ausbildung der Hosen-Rohrstücke der Druckrohrleitung der Moccasin Creek Wasserkraftanlage. Engineering News Record Vol. 95, Nr. 5 v. 30. 7. 25, Seite 189 mit 2 Abbildungen. — (Beschreibung der Rohrzweigstücke, die den Uebergang von einem Rohr von 2,40 m Durchmesser in zwei Rohre von je 1,55 m Durchmesser vermitteln. Die Aussteifung ist mit einfachen Mitteln erzielt durch eine innen angebrachte senkrechte Blechwand in der Mittelachse und durch ein außen aufgenietetes ebenes Deckblech.)

— Bremsresultate einer Original-Storek-Kaplanturbine. Von Ing. Mikyska. — Mitteilungen des Hauptvereins deutscher Ing. i. d. tschechoslow. Rep., 1925, Heft 11, Seite 286—289 mit 6 Abbildungen. — (Horizontale Kaplanturbine für N = 103 PS; H = 6,2 m; n = 600; Wirkungsgrad zwischen ca. 1/3 und 1/1 Beaufschlagung 85%, bei 113% Beaufschlagung rund 79%.)

— Les Regulateurs de machines hydrauliques et leur développment. (Die Regulatoren der Wasserkraftmaschinen und ihre Entwicklung). Von

Digitized by Google

Volet. — Schweiz. Techniker-Zeitung 1925, H. 35, S. 413 bis 421; H. 36, S. 429 bis 433. (Prinzip der Pendel, Entwicklung der Reguliereinrichtungen für Wasserräder; direkte Regulierung; die Entwicklung der indirekten hydraulischen und mechanischen Regulierung; mechanische Relais; die Anfänge der hydraulischen Servomotoren mit Druckwasser und Oel; Isodromvorrichtungen).

— Neuere Turbinen von F. Schichau. Von Obering. Korn. Z. d. V. d. I. 1925, H. 45, S. 1397—1402 mit 20 Abbildungen. (Getriebeturbinen, Wirkungsgrade und Ausführungen; Beschreibung der Innwerksturbinen. — In der Wirkungsgradkurven-Tafel, Abb. 2, ist die mit „Kaplan" bezeichnete ungünstige Vergleichskurve von einer Propellerturbine mit festen Laufradschaufeln genommen, daher für den Vergleich irreführend. Anm. der Schriftltg.).

Wasserstraßen. Die deutsche Binnenschiffahrt seit dem Weltkriege. Von Min.-Rat Baur, Berlin. „Ztschr. für Binnenschiffahrt" 1925. Heft 7 Seite 164—168, 3 Abbildungen. — (Eingehende Betrachtungen über die Lage der deutschen Binnenschiffahrt nach dem Kriege im Rahmen der Gesamtwirtschaft.)

— Die Rheinregulierung zwischen Straßburg und Basel. Von Oberbaurat a. D. Cassinone, Karlsruhe. „Der Bauing." 1925, Heft 22, Seite 686—693, 5 Abbildungen. — (Beschreibung der Entwicklung und technischen Einzelheiten des Entwurfes und Angaben der Ergebnisse der Verhandlungen der Zentralkommission über seine Ausführung.)

— Von London nach Kairo auf der Rhein-Donaustraße. Von Dr. Wolff. — „Freie Donau", 1925, Heft 18, Seite 509—511. — (Der Vorschlag von T. G. von Hahn, die Turbine der Morawa und des Wardar zu einer Verbindung Semendria-Saloniki bzw. Donau und Aegäischem Meer zu benutzen, nebst Speicherseen zugleich zur Melioration und zur Kanalspeisung wird erörtert.)

Eingegangene Bücher.

Die selbsttätigen Pumpenventile in den letzten Jahren, ihre Bewegung und Berechnung. — Von Dipl.-Ing. R. Stückle, ao. Professor und Obering. am Ingenieurlaboratorium der Technischen Hochschule, Stuttgart. 298 Seiten mit 183 Abbildungen, 8 Tafeln. Berlin 1925. Verlag Julius Springer; geb. RM. 27.30.

Großtaten der Technik 1926. Abreißkalender für alle. — Der Kalender bringt eine Reihe von ausgewählten Abbildungen aus allen Bereichen der Technik und ihrer Entwicklung mit kurzen Erläuterungen. Stuttgart 1926. Verlag Dieck & Co. Preis RM. 2.40.

Utilizzazioni di forze idrauliche, impianti idroelettrici. Von Francesco Marzolo. 374 Seiten mit 332 Abb. — Padua 1926, Casa editrice Dott. A. Milani.

Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz 1924. Veröffentlichungen des Amtes für Wasserwirtschaft des Eidgenössischen Departements des Innern. Herausgegeben unter Leitung von Dr. sc. techn. C. Mutzner, zusammengestellt von J. Näf, Ing. 213 Seiten mit acht Wasserstandskurven-Tafeln. (Die Stationen des schweiz. Pegelnetzes, Mittlere Wasserstände, Abflußmengen und Wasserstandskurven ausgewählter Stationen). Bern 1925, Sekretariat d. Amtes f. Wasserwirtschaft. Preis schw. F. 30.—.

Einflüsse auf Beton. Die chemischen, mechanischen und sonstigen Einflüsse von Luft, Wässern, Säuren, Laugen, Oelen, Dämpfen, Erden, Lagergütern u. dgl. auf Zement, Mörtel, Beton und Eisenbeton, sowie die Maßnahmen zur Verringerung und Verhütung dieser Einflüsse. Ein Auskunftsbuch für die Praxis mit 452 Seiten, 124 Abb. und einer farbigen Tafel. Unter Mitarbeit von Dr. F. Hundhagen und Prof. Otto Graf, herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel. Vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin 1925, Verlag Wilh. Ernst & Sohn. — Preis geh. RM. 19.50, geb. RM. 21.60.

Grundzüge der Trinkwasserhygiene. Kurzer Abriß für den Praktiker. Herausgegeben von der Preuß. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene zu Berlin-Dahlem. 216 Seiten mit 95 Abb. — Berlin 1925, Verlag Laubsch & Everth.

Buchbesprechungen

Jahrbuch für Eisenbahnwesen 1925/26. Herausgegeben von Reichsbahndirektionspräsidenten z. Z. Wulff, Berlin und Reichsbahnrat Dr. Zeitler, München. 546 Seiten mit 127 Abbildungen und 4 Tafeln. Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.-G., München. Preis geb. Rm. 20,—.

Die neueste Entwicklung des Eisenbahnwesens geht hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Zugförderungsbetriebes zwei Wege: Der eine Weg sucht möglichste energiewirtschaftliche Vollkommenheit der mit Brennstoffen arbeitenden Lokomotiven durch die neuesten Bauformen der Hochdrucklokomotive, der Dampfturbinen-Lokomotive usw. Der andere Weg verläßt die Verbrennungslokomotive und geht zur Elektrisierung über, letztere unter Abstützung auf Wasserkraft in den mit diesem Naturschatz ausgestatteten Ländern. Es ergeben sich also zahlreiche Berührungspunkte mit der Energiewirtschaft und insbesondere mit der Wasserkraftnutzung und daher mag es gerechtfertigt erscheinen, dieses an sich dem Titel nach uns ferner liegende Buch auch hier zu erwähnen.

Eine Reihe von namhaften Mitarbeitern haben sich vereinigt, um einen geschlossenen Ueberblick über den gegenwärtigen Stand aller den Eisenbahnbetrieb umfassenden Fragen zu schaffen. Im ersten Jahrgang stehen die deutschen Fragen des Eisenbahnwesens im Vordergrund, doch darf angenommen werden, daß in weiteren Jahrgängen auch Fragen des Auslandes, deren Lösung uns als Muster dienen kann, weitere Berücksichtigung finden.

Ueber den Inhalt des sehr gut ausgestatteten Buches aus dem Gebiet der Verwaltung, des Betriebes, der Fahrplanbildung und des reinen Verkehrswesens kritisch zu urteilen, darf sich der Außenstehende nicht anmaßen.

Ich darf aber feststellen, daß auch für den Nichteisenbahner die Lektüre dieser Abschnitte viel Anregendes bringt und das Verständnis für die Kompliziertheit und Schwierigkeit des Eisenbahnbetriebes zu fördern berufen ist.

Von den in das technische Gebiet einschlagenden Aufsätzen sei nur der prächtige Ueberblick über die Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen von Sektionschef Dittes (der allen Lesern der Oesterreichischen „Elektrotechnik und Maschinenbau" durch seine ausführlichen und überzeugungstreuen Berichte aus diesem Gebiet bekannt ist), ferner die sehr eingehenden Uebersichten über den derzeitigen Stand des Dampflokomotivbaues von Prof.

Digitized by Google

Lotter, München, und über die elektrischen Lokomotiven und ihre Verwendung bei der deutschen Reichsbahn von Reichsbahnrat Tetzlaff, Berlin. Auch die Darlegung über die Fortentwicklung des deutschen Personenzugfahrplans von Direktionspräsidenten von Voelcker streift die Vorzüge, welche die Elektrisierung bringt. So bietet das Buch nicht nur dem mit dem Eisenbahnbetrieb Befaßten, sondern auch dem an seinen Grenzgebieten der Wirtschaft oder Technik Arbeitenden eine Fülle von Belehrung und Anregung und es darf erwartet werden, daß das Interesse, welches diese Uebersicht über ein technisches Spezialgebiet findet, auch in den weiteren Jahren dessen Erscheinen im gleichen Umfang und in gleicher Güte sicherstellt. Die heutige wirtschaftliche Krisis kann nur durch intensivstes Vorwärtsschreiten auf allen Gebieten überwunden werden und dazu reicht die nötige Intensivierung und Oekonomisierung der Handarbeit nicht aus; wenn ein Vergleich gesattet ist: nicht nur Motoren und Triebwerk müssen höchstwertig sein, auch die Steuerungseinrichtungen müssen dauernd vervollkommnet werden und unter letzteren möchten die geistigen Leistungen verstanden sein, an deren Hebung die Fachliteratur als unentbehrliches Hilfsmittel und als Ansporn zu Besserem wesentlichen Anteil hat. (W. 671). Ing. C. Reindl.

Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, 1. Band, 25. neubearbeitete Auflage, 1080 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Zahlentafeln. Berlin 1925, Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn. Preis in Leinen geb. M. 13.20, in Leder M. 15.90.

Wenn ein Taschenbuch „Hütte" heißt und die 25. Auflage feiert, erübrigt sich eigentlich von selbst eine Kritik. Im Jahre 1857 erstmals erschienen und seither in weit über 300 000 Exemplaren verbreitet, hat der Jubiläumsband eine ganze Reihe wesentlicher und den Gebrauch erleichternder Umarbeitungen erfahren. Er umfaßt nunmehr ausschließlich die der gesamten Technik gemeinsamen theoretischen Grundlagen und Angaben, während alles Spezielle den anderen Bänden vorbehalten ist. So sind die Abschnitte über Meßkunde und Vermessungskunde in den ersten Band genommen worden, ein neuer Abschnitt über technische Physik (Schwingungslehre, Akustik, Schutz gegen Erschütterung und Schallübertragung, Optik) ist eingefügt worden. Die Nomographie, die Bewegungslehre der Getriebe, weiter eine wesentliche Bereicherung der Stoffkunde sind zu vermerken. Besonders wertvoll erscheint auch am Schluß eine außerordentlich reichhaltige Tabellensammlung mit Münztafeln, Gewichts- und Maßtafeln, sowie Umrechnungstafeln für alle nur erdenklichen Maßsysteme, Größen- und Leistungsmaße. Druck, Papier und Ausstattung sind vorzüglich und lassen für die Neuauflagen der weiteren Bände das beste erwarten. Ing. C. Reindl. (W. 651.)

Theodor Bell & Cie., Kriens-Luzern, Unser Werk, seine Entstehung, Entwicklung und seine Erzeugnisse. 1925.

Anläßlich des 80jährigen Bestehens der Firma gibt dieselbe eine hübsch ausgestattete Druckschrift heraus, welche die Entwicklung des Unternehmens und seine Erzeugnisse auf den verschiedensten Gebieten schildert. Eine kurze geschichtliche Einleitung, beginnend mit der Gründung der Firma 1845 zunächst zur Herstellung von Pferdehaargeflechten auf maschinellem Wege, woran sich 1860 die Ueberleitung in eine Maschinenfabrik anschloß, beschreibt den Werdegang und leitet über zur Darstellung der Werkseinrichtungen und der Turbinenversuchsanstalt, welche wir schon in Heft 8, Seite 107 dieser Zeitschrift 1924, erwähnt hatten. Es folgen Darstellungen der Fabrikate aus dem Gebiet der Wasserturbinen, darunter auch der neuesten Schnelläufer und Regulatoren, Stauwerke und Schützen, Rohrleitungen und Absperrvorrichtungen insbesondere für hohe Drucke. Die Firma hat sich auch dem Gebiet der Holzstoff- und Papierfabrikation durch den Bau der zugehörigen Schleifer, Papiermaschinen, Kocher und sonstiger Zubehörteile mit Erfolg gewidmet, daneben finden wir Seilbahnen und Eisenkonstruktionen auf dem Gebiet des Brückenbaues, des Eisenhochbaues und der Hebezeuge dargestellt; nicht zu vergessen die Eisenbauarbeiten für die sich immer mehr einführenden Freiluftschaltanlagen. (W. 640).

Fritz Neumeyer AG., München — M. A. N. Nürnberg.

In Heft 6 unserer Zeitschrift brachten wir die Mitteilung, nach welcher die Herstellung von Turbinen der Fritz Neumeyer AG. nach Verkauf ihres Münchner Werkes an die Reichsbahn-Gesellschaft auf die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Nürnberg übergegangen sei. Die augenblicklich bestehenden schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse haben jedoch die letztgenannte Firma veranlaßt, von ihrem ursprünglichen Plan, der mit einer Erweiterung ihrer Nürnberger Anlagen verbunden war, abzusehen.

Das Gothaer Werk der Fritz Neumeyer AG. (Briegleb Hansen & Co.) wurde bereits im vergangenen Jahr zwecks Herstellung von Bulldoggschleppern der Firma Heinrich Lanz in Mannheim umgestellt.

Damit scheidet eine der ältesten Firmen des Wasserturbinenbaues, welche seit rund 70 Jahren hervorragenden Anteil an der technischen Ausgestaltung desselben in Praxis, Versuch und Theorie im In- und Auslande hatte, aus diesem Gebiete aus. Die Firma hat auch in Deutschland sehr große Anlagen ausgeführt, u. a. auch die Anlagen der Mittleren Isar.

Die noch laufenden Aufträge werden von der M. A. N., Werk Nürnberg, ausgeführt.

Bezüglich Ersatzteillieferungen und Reparaturen wurde ein Uebereinkommen mit einer der ältesten und renommiertesten deutschen Turbinenfabriken getroffen. (W. 669.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 12. 1. 1926.

84a, 3. G. 57 780. Dipl.-Ing. Edmund Groh, Zittau i. Sa. Einrichtung zum Betätigen von Wehren durch den Druck des Oberwassers. 6. 11. 22.

Letzter Tag des Einspruches: 19. 1. 1926.

59b, 2. A. 44 008. Aktiengesellschaft vormals Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichow, Tschechoslowakische Republik; Kreiselpumpe mit zwei oder mehreren parallel geschalteten Laufrädern und Zwischenlagern im achsial geteilten Pumpengehäuse. 22. 1. 25.

59b, 2. E. 32 137. Franz Eisele & Söhne, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Laiz-Sigmaringen. Pumpenanlage für unreine Flüssigkeiten mit einer Kolbenpumpe zwischen Saugrohr und Kreiselpumpe. 2. 3. 25.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 2 **München, 15. Januar 1926** **21. Jahrgang**

Weltkraftkonferenz in London 1924 und Großkraftversorgung.

Von Dipl.-Ing. A. Menge, Vorstandsmitglied der Bayernwerk A.G., Walchenseewerk A.G. und Mittlere Isar A.G., München.

Abb. 2. Kraftwerk der Stadtgemeinde Winnipeg am Winnipeg-Flusse. Vollausbauleistung 100000 PS.

Nachstehende Ausführungen sind ein Auszug aus einem Vortrag des Verfassers, welchen dieser am 29. April 1925 im Elektrotechnischen Verein München hielt. Mit Rücksicht auf das Interessengebiet der Leser dieser Zeitschrift kamen bei der auszugsweisen Wiedergabe in der Hauptsache die Ausführungen über Neuerungen im amerikanischen Wasserkraftmaschinen- und Wasserkraftanlagen-Bau, ferner über Energiewirtschaft und Entwicklung der Verteilungsnetze zum Abdruck, während die seinerzeit im Vortrag gebrachten Abhand-

Digitized by Google

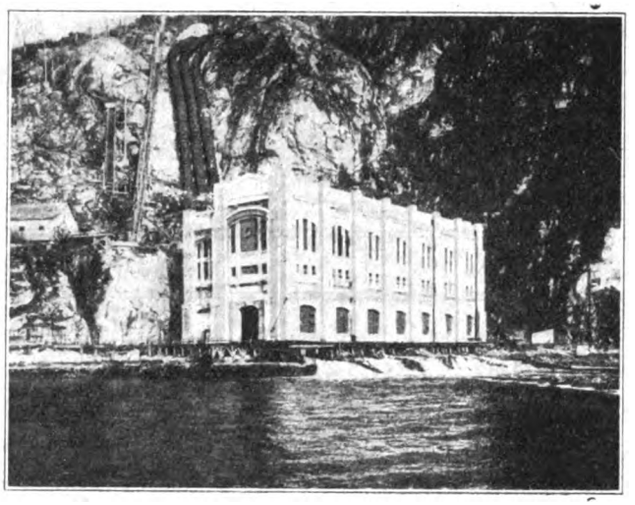


Abb. 1. Coquitlam-Buntzen, Anlage Nr. 2 der British Columbi Electric Railway Co. Installierte Leistung 40 500 PS.

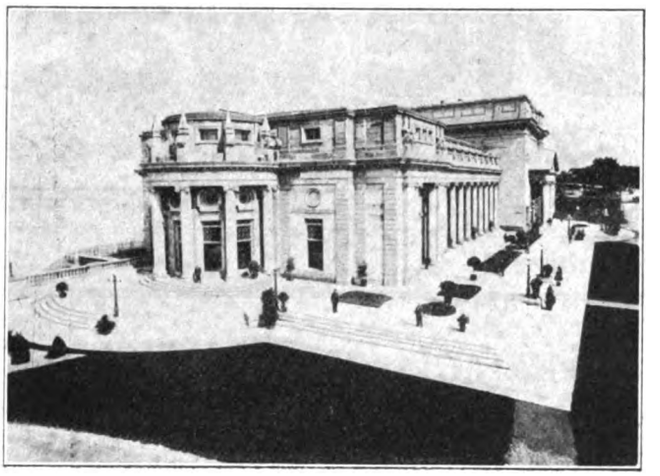


Abb. 4. Kraftstation an den Niagara-Fällen. Installierte Leistung 164 000 PS.

lungen über Fortschritte im Bau von Wärmekraftmaschinen und -Anlagen weggelassen wurden.

Wer im Sommer 1924 Gelegenheit hatte, die im Rahmen der britischen Reichs-Ausstellung abgehaltene Weltkraft-Konferenz in London zu besuchen oder die hierüber veröffentlichten Berichte zu studieren, muß feststellen, daß alle Kulturländer der Erde klar erkannt haben, daß die Basis unserer Zivilisation in der Umwandlung und Dienstbarmachung der Naturschätze liegt; daß ferner der Stand der volkswirtschaftlichen Entwicklung abhängig ist von dem Grade der Ausnützung der Naturkräfte und der Anwendung fortschreitender wissenschaftlicher Methoden in der Behandlung der Rohstoffe. Dabei zeigte sich, daß die in Europa führenden Staaten das Problem der Großkrafterzeugung und Großkraftverteilung nur mit geringen unbedeutenden Unterschieden in der Wahl der Mittel und der Art der Durchführung lösten. Lediglich England stand, wenn man das Geschaffene betrachtet, den übrigen Staaten gegenüber insoferne zurück, als es sich bei seiner Großkrafterzeugung nicht auf große Wasserkräfte stützen kann; außerdem genügt für die Energieverteilung infolge der Figuration des Landes eine Uebertragungsspannung von 35 kV, wobei die Uebertragung vermittels Kabel erfolgen muß, da die englische Gesetzgebung praktisch den Bau von Hochspannungs-Fernleitungen unmöglich macht.

Den Zweck, das Programm und die Organisation der Konferenz hat Herr Ministerialrat Krieger unlängst im Münchener Architekten- und Ingenieur-Verein ausführlich behandelt[1]), so daß es sich erübrigt, darauf weiter einzugehen. Ich werde mich dementsprechend darauf beschränken, die Eindrücke zu schildern, die ich als einer der deutschen Teilnehmer an der ersten Weltkraft-Konferenz auf dem Spezial-Gebiete der Großkraftversorgung gewonnen habe.

Von den auf der Weltkraft-Konferenz behandelten Themen waren besonders jene Schwedens sehr wertvoll. Es wurde nicht nur über eine vorbildliche Großwasserkraftversorgung berichtet, sondern auch viele interessante Einzelheiten über moderne Konstruktions-Prinzipien beim Entwurf von Großwasserkraft-Generatoren und Transformatoren gebracht. Auch in Italien, Frankreich und Spanien findet die Behandlung der technischen Probleme bei

[1]) Veröffentlicht in der Wasserkraft, Jahrg. 1925, Heft 9, S. 147.

Abb. 3. Uebersicht über die Niagara-Fälle und die Anlagen am Kanadischen Ufer.

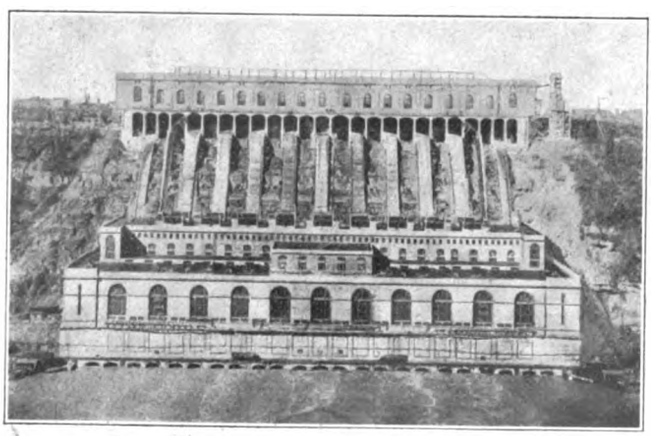


Abb. 5. Queenston-Chippawaya-Anlage. Endgültige Ausbauleistung 550 000 PS. Derzeitige Ausbauleistung 330 000 PS.

Digitized by Google

Zusammenschluß der Großkraft-Uebertragungsnetze unter Berücksichtigung der Landesverhältnisse reichliche Würdigung. Wie bereits erwähnt, ist dagegen in England das Bedürfnis für Hochspannungsfreileitungen verschwindend gegenüber den Forderungen, Kabelverbindungen höchstmöglicher Spannung und Sicherheit zu erhalten. Daraus erklärt sich, daß man in England dem Gleichstrom-Hochspannungsproblem besonders eingehende Studien widmete, die zur Erfindung des Transverters führten. Diese interessante Maschine war auf der Ausstellung in Wembley aufgestellt und bildete dort den Hauptanziehungspunkt für die Ingenieure. Der Ausdruck „Transverter" deutet darauf hin, daß es sich bei dieser Maschine um die Verbindung des Transformators mit einem Umformer handelt. Die Maschine hat demnach drei Funktionen zu erfüllen: Spannungstransformierung, Vervielfachung der Phasenzahl und Kommutation. Welchen Einfluß diese neue Maschinenart auf die Weiterentwicklung der Großkraftverteilung haben wird, ist schwer zu sagen, um so mehr, als die aufgestellte Maschine nicht in Betrieb vorgeführt wurde und in der Zwischenzeit weitere Mitteilungen über Betriebsergebnisse nicht bekannt geworden sind.

Ein besonders schwieriges Problem des Energietransportes wurde durch die Frage der Uebertragung der skandinavischen Wasserkräfte nach Dänemark aufgerollt. Hierfür brachte die skandinavische Kommission Vorschläge über vier Ausführungsmöglichkeiten, von denen technisch besonders die Durchquerung des Sundes mit 100 kV Gleichstrom-Unterseekabel interessierte.

Die sonstigen Beiträge der Vertreter europäischer Staaten befaßten sich hauptsächlich mit der Beschreibung der in den einzelnen Ländern geplanten und ausgeführten Großkraftversorgung und boten für uns wenig Neues. Sie brachten im übrigen den Nachweis, daß wir uns trotz der ungünstigen Verhältnisse, unter denen wir im letzten Jahrzehnt zu arbeiten hatten, gegenüber den anderen Ländern des bei uns Erreichten nicht zu schämen brauchen.

Dagegen waren die Berichte über die Arbeiten und Errungenschaften Nordamerikas auf dem Gebiete der Großkraftversorgung für uns sehr wertvoll. Sie zeigten, daß dort während und nach dem Kriege große Fortschritte gemacht worden sind, und daß die Entwicklung der Großkraftversorgung dort einen Verlauf genommen hat, den wir für Deutschland erhoffen.

Aus diesem Grunde werden sich meine folgenden Ausführungen mit den amerikanischen Großkraftanlagen beschäftigen, wobei ich die politische Trennung in U. S. A. und Kanada außer acht lasse, da praktisch beide Länder namentlich in bezug auf Großkrafterzeugung und -Verteilung als ein Wirtschaftsgebiet anzusehen sind.

Die Vereinigten Staaten und Kanada sind die eigentlichen Siegerländer. Das Kapital hat sich dort während und nach dem Kriege angehäuft und drängt nach Betätigung. Kein Wunder, daß der Ausbau der Elektrizitätsversorgung ungeahnten Aufschwung nahm, zumal beide Länder klar erkannt haben, daß das Gedeihen eines Landes von dem vorhandenen Kraftüberschuß abhängig ist. Die Amerikaner sind davon überzeugt, daß Ueberschuß von Energie gestattet, höchste Löhne zu zahlen und damit den Stand der Lebenshaltung weiter zu heben. Sie weisen darauf hin, daß mit der Einführung der Dampfkraft und dem Beginn des Ausbaues der Wasserkräfte aus Nordamerika, das bis dahin ein Land der Armut gewesen war, ein Land des Reichtums wurde, und daß seit dieser Zeit die Entwicklung des Landes beispiellos gewesen ist.

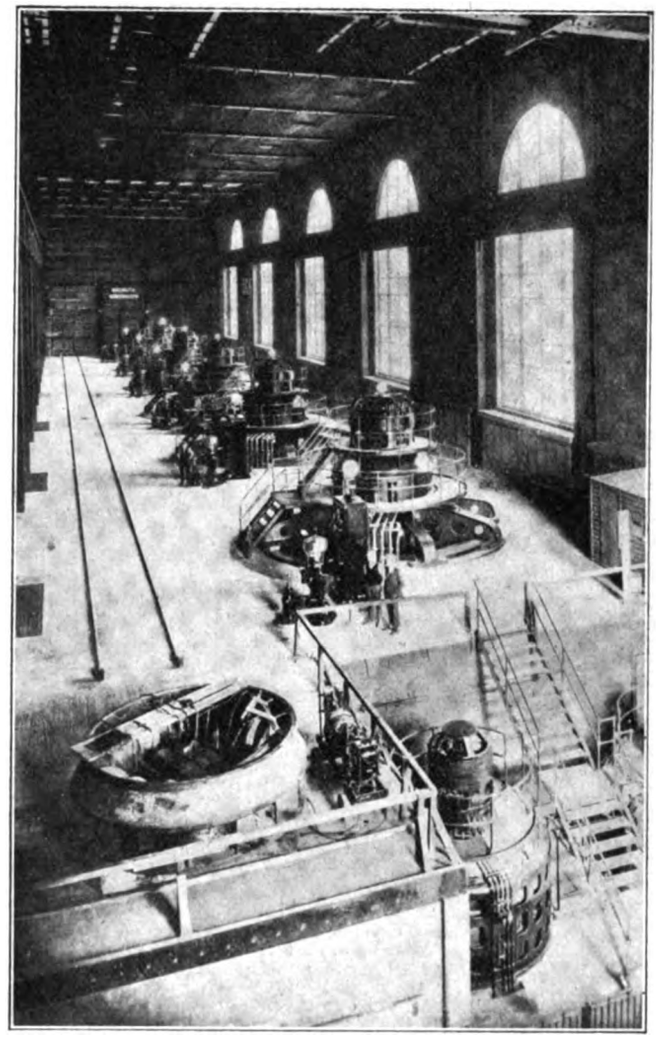


Abb. 6. Maschinenhalle der Queenston-Chippawaya-Anlage mit direkt gekuppelten Erregermaschinen und Hilfskraft-Aggregaten.

In den Vereinigten Staaten stehen für den werktätigen Mann heute 6—6,5 PS zur Verfügung und Tatsache ist, daß die in Amerika gezahlten Löhne die höchsten auf der Welt sind. In Großbritannien treffen auf den Lohnempfänger 3,29 PS, also weniger als die Hälfte der Antriebsmaschinenleistung, welche in Amerika auf den Arbeiter entfällt und es zahlt Löhne, welche demgemäß auch nur die Hälfte der amerikanischen betragen. Andere Nationen mit noch kleineren Motorleistungen bleiben auch mit den Löhnen entsprechend zurück und können demzufolge auch nur mit geringeren Anforderungen an die Lebenshaltung rechnen.[2])

Darum hat Amerika, in seinem Streben das Höchstmaß von Wohlstand zu verwirklichen, sich zum Ziel gesetzt, die

[2]) Aus: Super Power as an aid to progress, by O. E. Tripp, New York. 1924

Digitized by Google

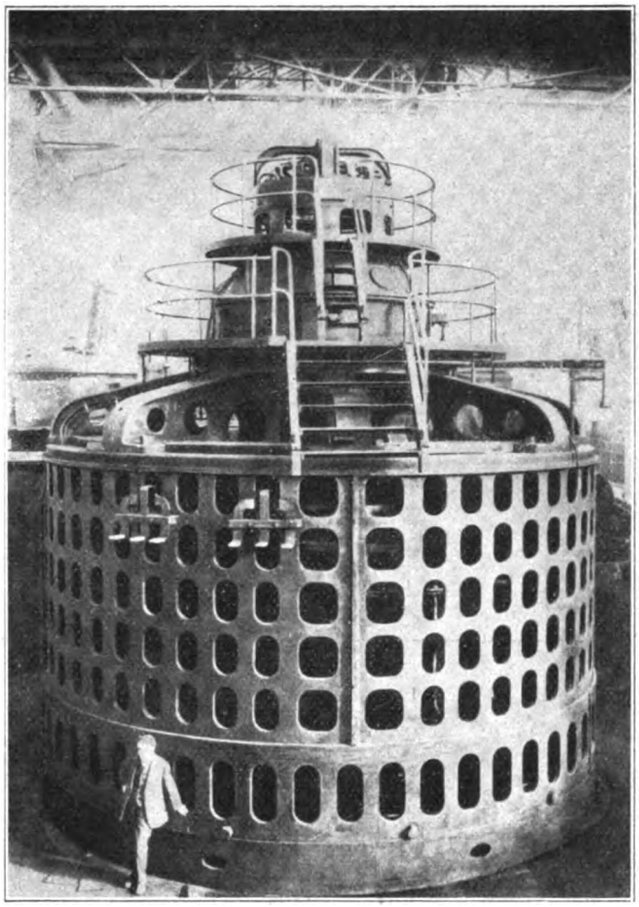


Abb. 7. Statorgehäuse eines Generators der Queenston-Chippawaya-Anlage. Leistung 55 000 kVA.

Großkrafterzeugung und -Uebertragung im weitestgehenden Maße zu fördern. Demgemäß wird die Werbetätigkeit für die Errichtung von Großkraftanlagen und die Elektrisierung des ganzen Landes mit der bei den Amerikanern üblichen Regsamkeit durchgeführt.

Die Forderung in Amerika geht heute dahin, daß die Großkraftversorgung nach privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten durchgeführt wird, daß jedoch die Regierung die Oberaufsicht auszuüben hat um die Rechte der Oeffentlichkeit zu wahren. Diese Regelung hat aufbauend und fördernd, nicht einschränkend zu sein. Für den Bau von Großkraft-Uebertragungsanlagen müssen politische Grenzen unbeachtet gelassen werden, denn jeglicher Versuch, ihre Linien innerhalb willkürlich gewählter Grenzen zu halten, wird darin enden, daß der Oeffentlichkeit die hauptsächlich wirtschaftlichen Vorteile, welche die Großkraftübertragung und -Versorgung in sich schließt, entzogen werden.

Nach dem Standpunkt der Amerikaner würde ein bedeutender Schritt zur Erfüllung dieser Forderungen durch den Ausbau der Wasserkräfte getan. Denn die Wasserkräfte bilden das Fundament der Großkraftübertragung. Wo immer möglich, soll in Verfolgung dieses Gedankens die Krafterzeugung auf Wasserkraft umgestellt werden; selbst dann, wenn die effektiven Erzeugungskosten während der Anlaufzeit höher sind als in modernen Dampfanlagen. Die Propaganda für den Ausbau von Wasserkräften erfolgt unter Hinweis auf folgende, durch Ausbau von Wasserkräften zu erzielende Vorteile:

1. Ersparnisse an unersetzbaren Kohlenschätzen. In Amerika würde die Verwendung von Braunkohlen für Stickstofferzeugung in Werken, die lediglich der Not des Krieges ihre Entstehung verdanken, kaum Verständnis finden.
2. Ersparnisse an Arbeitskräften. Für eine mit Dampf erzeugte Kilowattstunde werden etwa 20mal soviel Leute beschäftigt, wie bei der Erzeugung in Wasserkraftanlagen. Diese Arbeitskräfte werden für andere nützliche Zwecke frei. — Diese Begründung ist für amerikanische Verhältnisse stichhaltig, nicht aber für deutsche.
3. Sichere Kapitalsanlage; denn Wasserkraftanlagen können außerordentlich dauerhaft gebaut werden und sind nach dem derzeitigen Stande der Technik in der Lage, 90% der Energie des fallenden Wassers auszunützen. Neben der Dauerhaftigkeit der Anlagen besteht die Tatsache, daß diese wegen des erreichten hohen Wirkungsgrades kaum veralten können, da wesentliche Fortschritte nicht zu erhoffen sind im Gegensatz zu Dampfkraftanlagen, die in dauernder Entwicklung begriffen und trotzdem nur 16% des Wärmeinhaltes des Brennmaterials auszunützen in der Lage sind.[3])

Allerdings ist für den Ausbau der Wasserkräfte, sofern sie konkurrenzfähig mit Wärmekraftwerken sein sollen, vielfach billiges Geld erforderlich, da die Löhne der Arbeiter hoch sind und anderseits die Kohle für Dampfkraftwerke billig beschafft werden kann. Daher ergeht von der amerikanischen Industrie an den Staat die Forderung, Mittel zu günstigen Bedingungen bereitzustellen.

Die Werbetätigkeit für Ausbau der nationalen Wasserkräfte hatte großen Erfolg.

Jeder Landesteil der U. S. A., der über ausbaufähige Wasserkräfte verfügt, hat zurzeit Neubauten und Erweiterungen im Bau oder solche bereits im Jahre 1924 beendet. 36 Projekte wurden unter der Oberaufsicht der Federal Power Commission, einer Behörde, die im Hinblick auf unsere bayerischen Verhältnisse mit der Obersten Baubehörde beim Ministerium des Innern vergleichbar ist, im Jahre 1924 genehmigt. Die vorliegenden Pläne bezwecken nach Beendigung des vollen Ausbaues die Ausnützung von 2 360 000 PS im Gesamtwert von 220 Millionen £. Nach Angabe der oben genannten Körperschaft besitzen die Vereinigten Staaten rund 55 Mio PS in ausgebauten und unausgebauten Wasserkräften, welche sechs Monate im Jahr verfügbar sind. Die gesamte Installation in Zentralstationen, elektrischen Bahnen und in der Industrie wird im Jahre 1924 auf 56 Mio PS geschätzt, wozu noch einige Millionen kommen, welche im Eisenbahntransport verwendet sind. Von dieser gesamten eingebauten Maschinenleistung erreichen die zurzeit ausgebauten Wasserkräfte nur rund 10 Mio PS.

[3]) Super Power as an aid to progreß, by G. E. Tripp, New York 1924.

Digitized by Google

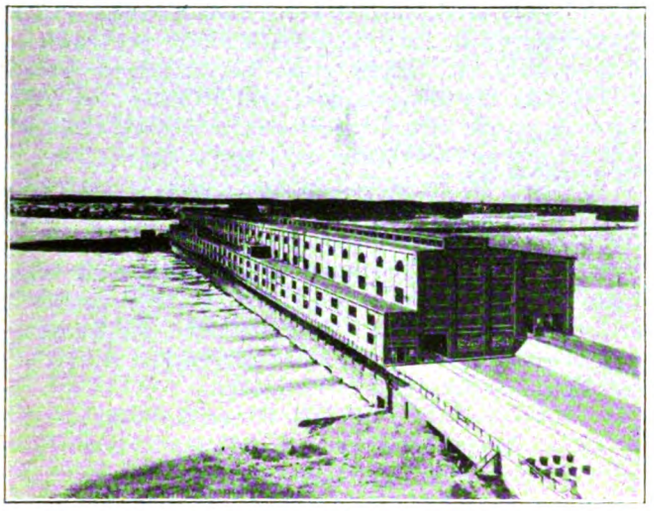


Abb. 8. Anlage an den Cedars-Rapids am St. Lorenzstrom. Installierte Leistung 220 000 PS.

Das Verhältnis von Dampf- zu Wasserkraft wie 50 : 10 wird heute allgemein als ungesund erkannt.[4])

Einen Begriff von dem Fortschritt, welchen Kanada während ungefähr der letzten zehn Jahre im Ausbau von Wasserkraftanlagen gemacht hat, gibt die Tatsache, daß die installierte Leistung um nahezu 100%, der Verbrauch von Energie aus Wasserkräften in der Industrie um 245% und das Anlagekapital in den Fabrikationsbetrieben um 175% gestiegen sind, während die Bevölkerungszahl sich nur um 22% vermehrt hat. Heute beträgt die Leistung der ausgebauten kanadischen Wasserkräfte 3 227 500 PS, während sie 1910 nur 975 000 PS betrug.

Es besteht berechtigter Grund zu der Annahme, daß dieses Tempo des Wachstums nicht abnehmen wird. Neue Möglichkeiten von größter Bedeutung für die Verwendung von elektrischem Strom im industriellen Herstellungsverfahren werden ständig erschlossen. Alle neuzeitlichen Bestrebungen im Gebrauch von billiger Kraft deuten darauf hin, daß das Tempo für den Ausbau der Wasserkräfte in Kanada eher zu- als abnehmen wird. Das gleiche gilt von den Vereinigten Staaten. Dort betrug die jährliche Zunahme an ausgebauten Wasserkräften vom Jahre 1921 mit 1924 im Durchschnitt rund 660 000 kW; der Höhepunkt wurde im Jahre 1923 mit 903 000 kW Zunahme an Wasserkraftleistung erreicht.

Im Rahmen dieses Aufsatzes ist es mir nicht möglich, in Wort und Bild eine vollständige Zusammenstellung der in den einzelnen Wirtschaftsgebieten erstandenen Anlagen zu geben. Ich muß mich daher darauf beschränken, einige den amerikanischen Kraftwerksbau besonders kennzeichnende Wasserkraftbauten herauszugreifen und diese kurz zu erläutern.

Die British Columbia Electric Railway Co. hat in Kolumbia zwei Kraftwerke, die Coquitlam Buntzen-Anlage errichtet, welche den Stave-See als Speicher benützen.

Bild 1 zeigt das Krafthaus der Anlage Nr. 2, in welchem 40 500 PS installiert sind und das ein Gefälle von 120 m zur Kraftgewinnung ausnützt.

[4]) Super Power as an aid to progreß Seite 2.

Ein Niederdruckkraftwerk mit einem Betriebsgefälle von rund 14 m betreibt die Stadtgemeinde Winnipeg am Flusse gleichen Namens. Zurzeit sind dort — Bild 2 — rund 68 000 PS installiert, der Vollausbau ist für eine Leistung von 100 000 PS vorgesehen.

Im Gebiet von Ontario hat der Ausbau von Wasserkräften für die allgemeine Elektrizitätsversorgung seinen gegenwärtigen Umfang hauptsächlich durch die Tatkraft der Ontario - Hydro - Elektric - Power Commission erreicht, welche 13 Kraftstationen mit einer gesamten Leistung von mehr als 800 000 PS besitzt und unterhält. Die größte am Niagara liegende Anlage versorgt praktisch das ganze Südwest-Ontario von Torento bis Windsor mit Energie. Bild 3 gibt eine Uebersicht über die gesamten am kanadischen Ufer liegenden Anlagen. Daß der Amerikaner bei seinen Kraftwerksbauten ab und zu vom reinen Zweckbau abweicht und Wert auf architektonische Ausgestaltung der Fassade legt, zeigt Bild 4, welches eine Kraftstation an den Niagara-Fällen mit einer Leistung von 164 000 PS darstellt. An diesen Fällen hat sich die obengenannte Kommission 370 000 PS gesichert. Weitere 330 000 PS werden gewonnen aus der Queenston-Chippawa-Anlage (Bild 5), welche gleichfalls von dieser Kommission erbaut wurde. Einen Einblick in die Maschinenhalle dieser Anlage gibt Bild 6. Im Vordergrund sind die Hilfsaggregate sichtbar. Die endgültige Ausbauleistung soll 550 000 PS betragen. Die Leistung der einzelnen Hauptaggregate beträgt 55 000 kVA. Einen Begriff von den gewaltigen Ausmaßen dieser Einheiten kann man sich an Hand des Bildes 7 machen, welches das Statorgehäuse eines Generators darstellt. Bei der Zunahme der in einer Einheit unterzubringenden großen Leistungen ergaben sich naturgemäß die gleichen Schwierigkeiten wie bei den in Deutschland hergestellten Maschinen, die besonders die Zu- und Abführung der für eine ausreichende Kühlung erforderlichen Luftmengen, die Materialbeanspruchung im Rotor bei der Durchgangsdrehzahl und die Isolierung der Wicklungen betrafen. Um in der Zu- und Abführung der Kühlluft möglichste Freiheit zu erhalten, ging man dazu über, die Statoren unter Flur des

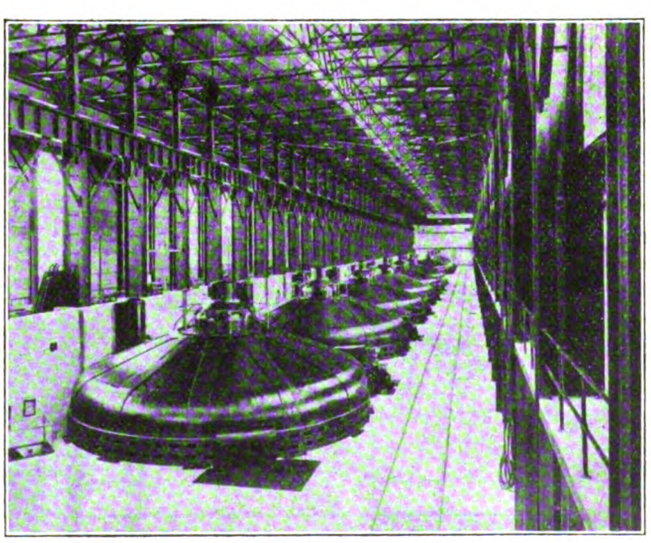


Abb. 9. Blick in die Maschinenhalle der Cedars-Rapids-Anlage.

Digitized by Google

Maschinenhauses zu legen, eine Anordnung, die nebenbei den Vorteil mit sich bringt, daß für die Aufstellung der Hilfseinrichtungen mehr Raum verfügbar wird und gegebenenfalls auch die Knicklänge der Kranpfeiler verkürzt wird. Die hohe Materialbeanspruchung in den Rotoren bei der Durchgangsdrehzahl sucht man in gleicher Weise wie bei uns durch Aufbau des Rotorkranzes aus Stahlblechen oder Stahlringen von verhältnismäßig kleinem Querschnitt zu meistern.

Ganz besondere Sorgfalt verwendet die kanadische Elektroindustrie auf die Entwicklung geeigneten Materials für die Isolation der Statorwicklungen. Angestrebt wird große mechanische Festigkeit bei gleichzeitiger hoher Hitzebeständigkeit. Dieses Ziel ist mit dem bisher als dielektrischer Grundstoff verwendeten Mika nicht zu erreichen. Bei Steigerung des Prozentsatzes des verwendeten Mika wird die Wicklung zwar sehr hitzebeständig, aber steif und spröd, während sich anderseits gute Schmiegsamkeit und leichte Verarbeitungsmöglichkeit auf Kosten der Hitzebeständigkeit nur durch Herabsetzung des Prozentsatzes erreichen läßt.[5]) Die Isolation von größter Hitzebeständigkeit hat zweifellos Vorteile bei gewissen Motorenarten, für welche große vorübergehende Ueberlastungen im Betrieb vorkommen und bei denen die Wicklungen kurz und steif gehalten werden können. Dagegen muß bei großen Generatoren die Isolation der Wicklungen mit Rücksicht auf die große Länge der Spulen elastisch sein, was dazu führt, durch kräftige Ventilation eine zu große Erwärmung der Isolation hintanzuhalten.

Das Streben der amerikanischen Industrie geht heute dahin, an Stelle von Mika ein anderes Material zu finden, welches eine Isolation zu schaffen gestattet, die bei angemessener und zuverlässiger Hitzebeständigkeit den erforderlichen Grad von Biegsamkeit besitzt.

Die Montreal-Light, Heat and Power Company hat an den Cedars-Stromschnellen den Bau einer Anlage mit einer Leistung von 220 000 PS beendigt, deren Außenansicht Bild 8 und eine Innenansicht der Maschinenhalle Bild 9 gibt.

[5]) Vergl. Power Resources-Their Development and Utilisation in Kanada Published by the Executive of the First World Power Conference 1924, S. 275

Die Auswahl der Turbinengröße in Wasserkraftanlagen.

Von Dipl.-Ing. Th. T. Goubine, Dozent am Polytechnikum Moskau.

Die Größe von Wasserturbinen ist bei bestimmtem Gefälle entweder von den zu Verfügung stehenden Wassermengen oder, bei geringerem Leistungsbedarf, von der Größe des Generatoren abhängig. In beiden Fällen ist der Zusammenhang zwischen Turbinen- und Generatoren-Größen ein wichtiger Punkt für den wirtschaftlichen Betrieb der Zentrale.

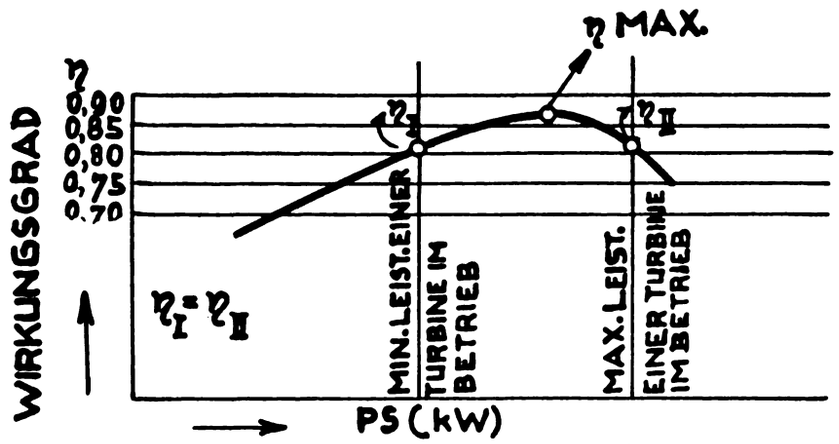


Abb. 1. Turbine für normalen Ausnützungsbereich.

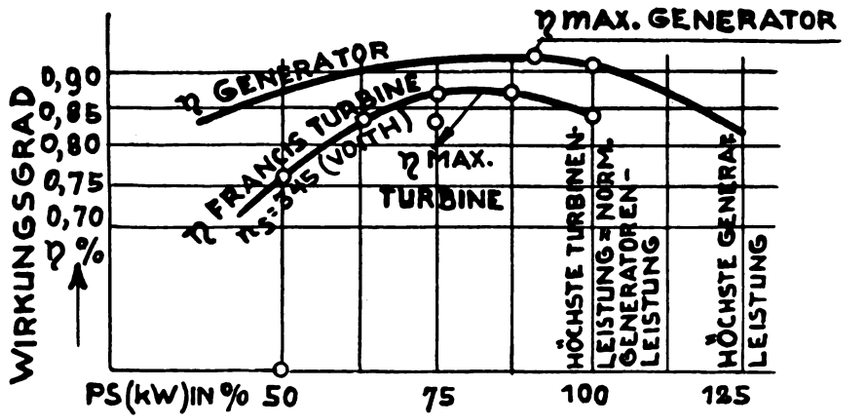


Abb. 2. Turbine nicht überlastbar.

In diesem Sinne sind zwei Arten von Wasserkraftwerken zu unterscheiden: a) die Kraftwerke mit konstantem Leistungsbedarf, b) die Kraftwerke für wechselnden Leistungsbedarf. Die Kraftwerke mit rein konstantem Leistungsbedarf sind nur theoretisch vorhanden und finden in der Praxis keine Anwendung, die Kraftwerke dagegen mit nahezu konstantem Leistungsbedarf finden Verwendung in der chemischen Industrie und bei großen Ueberlandzentralen, in letzterem Fall wenn der wechselnde Teil des Leistungsbedarfes von Hilfszentralen gedeckt wird. Bei konstantem Leistungsbedarf wird selbstverständlich die Turbinengröße durch die Forderung bestimmt, daß bei Dauerbetrieb der größte Wasserturbinenwirkungsgrad vorhanden ist. Es ist klar, daß im allgemeinen auch im zweiten Falle (bei wechselndem Leistungsbedarf) die oben festgestellte Forderung des höchsten Wirkungsgrades gelten muß. Aber es kommen außerdem hier noch einige Forderungen hinzu:

1. Die vom Betrieb abhängigen und von der Betriebsleitung festgelegten Grenzen, denn Schwankungen in der

Digitized by Google

Generatorenleistung müssen von der Wasserturbine so aufgenommen werden, daß die Verminderungen im Wirkungsgrad der Wasserturbine möglichst gering sind. Abgesehen von der Form der Wirkungsgradkurve muß der maximale Wirkungsgrad der Wasserturbine zwischen den Leistungsgrenzen des Generators so liegen, daß bei praktischen Arbeitsverhältnissen aus jedem m³ Wasser die größtmögliche Energie gewonnen wird. Die genaue Berechnung ist hier nur in jedem einzelnen Fall möglich je nach den verschiedenen Formen der Wirkungsgradkurve. Wenn jedoch bei Projektierungen von Neuanlagen der Leistungsbedarf nicht genau vorausgesehen werden kann, so könnte man im allgemeinen den maximalen Wirkungsgrad so legen, daß innerhalb der Grenzen des angenommenen Betriebes jeder Turbine gleichbleibender Wirkungsgrad vorhanden ist. (Abb. 1).

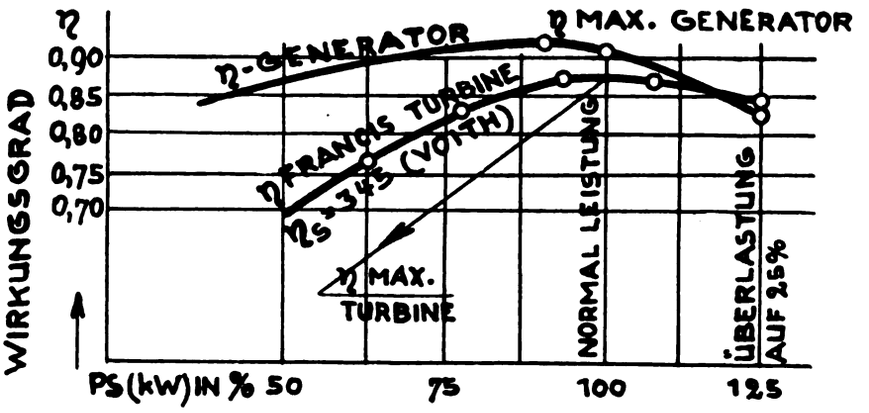


Abb. 3. Turbine überlastbar.

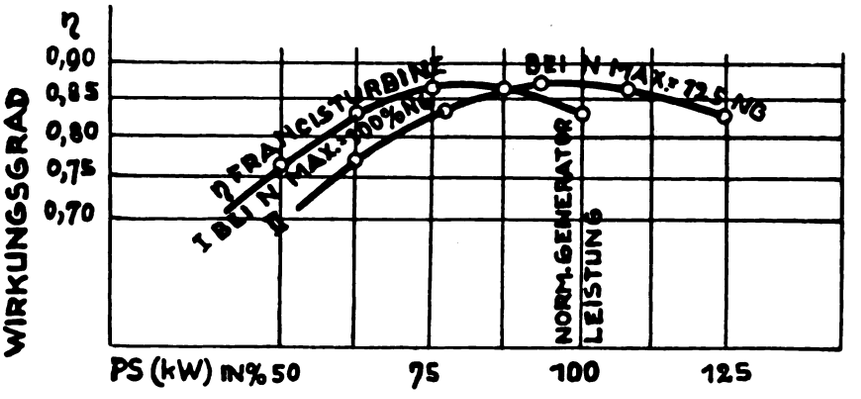


Abb. 4. Turbine stark überlastbar.

2. Auch die Ueberlastungsfähigkeit der Turbine und des Generators müssen in Zusammenhang stehen. Die Generatoren erlauben im allgemeinen eine Ueberlastung von 10—25% der Normalleistung auf die Dauer von 2 bzw. ½ Std. Wie bei Dampfmaschinen, Dampfturbinen und Gasmotoren schon in den Konstruktionen die Möglichkeit, die Generatoren in verschiedenem Grade zu überlasten gegeben ist, so muß auch bei den Wasserturbinen diese Möglichkeit vorgesehen werden. Aus den Abb. 2 und 3 wird klar, daß diese Forderung für die Zentrale günstig ist, da in solchem Fall die Generatoren voll ausgenützt werden könnnen: in Abb. 2 kann die Ueberlastungsmöglichkeit des Generators nicht ausgenützt werden, denn die Leistungsfähigkeit der Turbine ist kleiner als die des Generators. Bei so gewählten Maschinengrößen wird auch für kurzfristige Erhöhungen des Leistungsbedarfes ein weiteres Aggregat nötig, obwohl die Generatoren die Ueberlast aufnehmen könnten. Diese Ueberlastungsmöglichkeit des ganzen Maschinenaggregates (der Turbine sowie auch des Generators) wird bei wechselndem Leistungsbedarf der Zentrale überhaupt die Zahl von Aggregaten vermindern. Beim Ausbau nach Abb. 2 sind die Kosten der Zentrale infolge der höheren Zahl von Aggregaten bei bestimmter Maximalleistung entsprechend größer.

Auch von dem Gesichtspunkt des größten Wirkungsgrades aus ist die Auswahl nach Abb. 3 etwas günstiger. Hier ist der größte Wirkungsgrad der Turbine, der im allgemeinen bei etwa 80% der Maximalleistung der Turbine liegt, nach der Richtung der Normalleistung des Generators verschoben und erleichtert dadurch den Betrieb der Zentrale bei größtem Leistungsbedarf. Das heißt: bei Wassermangel (zur Zeit des größten Leistungsbedarfes) wird das Wasser besser ausgenützt als im Falle der Abb. 2, wo der Wirkungsgrad der Turbine bei Normalleistung des Generators kleiner ist als bei Abb. 3. Die im Falle 2 überhaupt nicht ausgenützte Ueberlastungsfähigkeit des Generators wird in Abb. 3 ohne Einbuße an Wirkungsgrad der Turbine ausgenützt. Dies geht aus Abb. 4 klar hervor. Aus derselben Zeichnung ersieht man, daß bei Teilbelastungen der Zentrale der Wirkungsgrad der Turbine um einige % (bei Verwendung einer Francisturbine bei praktischen Belastungen etwa 1—3%) kleiner wird bei Auswahl der Turbinengröße nach Abb. 3. Es kommt hier darauf an, ob die Wassermenge voll ausgenützt wird mit Hilfe eines Ausgleichbeckens oder ob überhaupt nur ein Teil der Gesamtwassermenge des Stromes seine Verwendung findet.

In den Abb. 1, 2, 3 und 4 sind die Wirkungsgradkurven eines Francis-Schnelläufers (ns = 345) für den Vergleich genommen. Die neuen Propeller- und Flügelrad-Turbinen mit festen Schaufeln (starke Verminderung von Wirkungsgrades bei Teilbelastungen) sind für die Deckung von Ueberlastungen nicht so gut geeignet; die Kaplanturbinen dagegen erlauben die Ueberlastungsfähigkeit der Generatoren leicht ausnützten (W. 625).

Digitized by Google

Rundschau.

Wasserbau

Eine Versuchs-Bogenstaumauer in Kalifornien.[1]) In Amerika ist zur Zeit ein bemerkenswertes Ingenieurbauwerk im Entstehen begriffen, und zwar handelt es sich um eine Talsperrenmauer in Bogenform, die lediglich Versuchszwecken dienen soll. Der von einem eigens gegründeten „Ausschuß zur Erforschung der Bogenstaumauern" ins Leben gerufene Plan wird nach den ersten Veröffentlichungen in Engineering News Record Vol. 94, Nr. 20 vom 14. Mai 1925 wie folgt durchgeführt werden.

Die Baustelle der Mauer liegt am Stevenson-Bach, einem Nebenfluß des Joaquin-Flußes, an einer Stelle, wo der anstehende Granitfels eine enge ungefähr V-förmige Schlucht mit steilen Hängen bildet. Die Gründungssohle wird genau V-förmig mit einer leichten Abrundung an der Talsohle ausgebildet (siehe Abbildung.) Die endgültige Höhe der Mauer soll 30.50 m betragen, doch soll für die Durchführung der ersten Versuche die Mauer nur bis zu 18,30 m Höhe ausgeführt werden.

Aus der umfangreichen Diskussion über den zu wählenden Mauerquerschnitt ging der in der Abbildung für den ersten Ausbau wiedergegebene Querschnitt als endgültig hervor. Derselbe hat bei 18,30 m Höhe und senkrechter wasserseitiger Begrenzung nur 61 cm Kronenbreite, die bis herab zu 6 m Mauerhöhe beibehalten ist, von wo aus nach unten die Mauerstärke in einem flachen Bogen bis auf nur 2,30 m Fußbreite zunimmt. Die Mauer wird ausgeführt als sogenannter „single-arch"-Typ, das heißt mit einem von oben bis unten gleich bleibenden Krümmungshalbmesser von R = 30,50 m also wechselnden Zentriwinkeln. Die Gründung erfolgt auf gewachsenem Felsen; nur für die Erhöhung des zweiten Ausbaues ist rechtsseitig (in der talaufwärts gesehenen Abbildung links) ein Schwergewichtsmauerkörper als Abstützung für den oberen Mauerteil vorgesehen, um die Art der Uebertragung der Kämpferkraft auf ein solches Widerlager studieren zu können. Die Ausführung der Mauer geschieht in Beton; das Mischungsverhältnis ist nicht angegeben.

Der Entwurf sieht ein Zusammenwirken von Schwergewichts- und reiner Gewölbewirkung vor, und es sind für diese Annahme verschiedene Spannungskurven ermittelt worden, von denen einige in der Abbildung wiedergegeben sind. Zugrunde gelegt ist eine Elastizitätszahl des Betons von 176 000 bzw. 140 000 kg/cm² und normale Temperatur; Temperaturänderungen verursachen Zusatzspannungen. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß der gewählte Mauerquerschnitt bei Ausscheiden der Gewölbewirkung, das heißt als reiner Schwergewichtsquerschnitt schon bei einer teilweisen Füllung zu Bruch gehen würde. Uebrigens wird mit einem Bruch der Mauer bei voller Füllung auch bei Mitauftreten der Gewölbewirkung gerechnet, weshalb während der ersten Versuche die Füllung nicht bis zur Krone gesteigert werden soll, es sei denn, daß die sich aus den Messungen ergebenden Spannungen kleiner sind als die theoretisch errechneten. Ein Auslaufen des Beckens beim Bruch der Mauer ist gefahrlos, da der Beckeninhalt infolge der Steilheit der Schlucht sehr gering ist.

Für die Durchführung der geplanten Untersuchungen ist von dem Ausschuß ein umfangreiches Programm ausgearbeitet worden, das sowohl Versuche an der Mauer selbst als auch vorbereitende und nebenherlaufende Laboratoriumsversuche umfaßt. An der Mauer sollen an zahlreichen Stellen und unter den verschiedenartigsten Bedingungen (verschiedene Temperatur, Aenderung der Stauhöhe) genaueste Messungen der auftretenden Formänderungen und Spannungen durchgeführt werden. Es

[1]) Vgl. die Mitteilungen hierüber in der Schweiz. Bauzeitung 1926, Bd. 87, H. 2, S. 18, vom Urheber des Gedankens, dem Schweizer Ingenieur Dr. F. A. Noetzli, Los Angelos

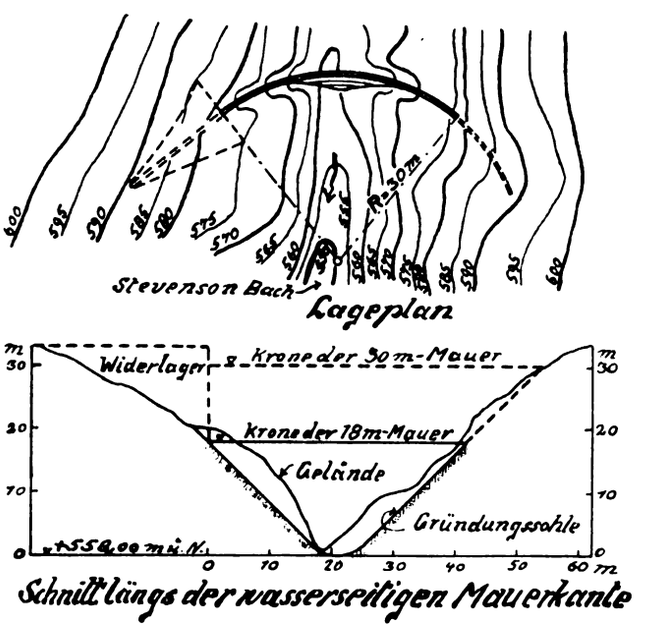


Abb. 1. Plan der Staumauer.

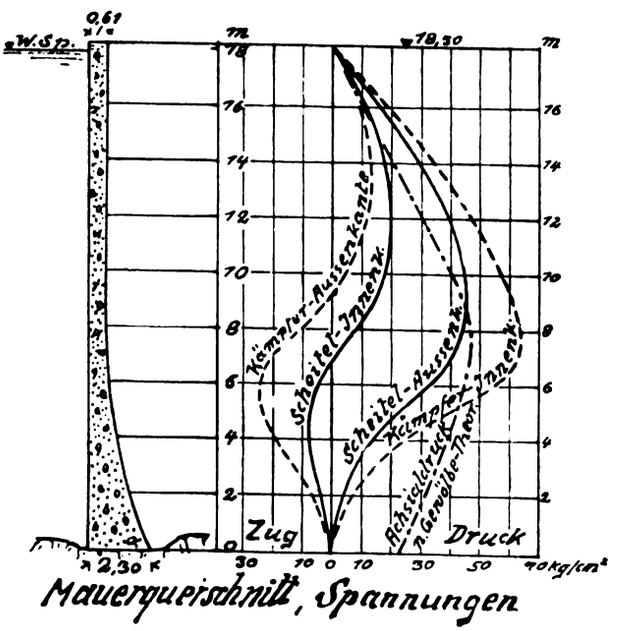


Abb. 2. Mauerquerschnitt.

Digitized by Google

soll versucht werden, auf diese Weise die Einflüsse des Schwindens und Treibens des Betons, der Temperatur, des Nachgebens der Gründungsohle und anderer Erscheinungen mehr zahlenmäßig zu erfassen und Einblicke zu gewinnen in die Art des Zusammenwirkens von Schwergewichts- und reiner Gewölbewirkung und das Auftreten schiefer Gewölbewirkung.

Da das Problem der Bogenstaumauer noch wenig erforscht ist, ist zu hoffen, daß die Untersuchungen an der Versuchs-Staumauer greifbare Ergebnisse liefern, die zur Herausarbeitung vereinfachter Annahmen herangezogen werden können, auf denen der Entwurf anderer Bogenstaumauern aufgebaut werden kann. Außer an der Versuchs-Staumauer führt der Ausschuß auch noch an zahlreichen bestehenden Bogenstaumauern der U.S.A. ergänzende Beobachtungen aus.

Von einer Seite (E.N.R. Vol. 94 Nr. 24) wurde vorgeschlagen, den Krümmungshalbmesser der Versuchsmauer von 30,50 m auf 122, — bzw. 165, — m zu vergrößern. Dieser Vorschlag wurde abgelehnt (E.N.R. Vol. 95 Nr. 2) mit der Begründung, daß der Zentriwinkel, der bei R = 30,50 m und 18 m Mauerhöhe an der Krone etwa 80° beträgt, bei R = 122 m auf 20° zurückgehen würde. Bei dem dann entstehenden sehr flachen Bogen würden die Schwind- und Temperaturspannungen unverhältnismäßig große Werte annehmen im Vergleich zu den Achsialspannungen infolge Wasserdruckes. Von den ausgeführten Bogenstaumauern hat deshalb auch keine einen so großen Halbmesser. Der kleine Halbmesser entspricht mehr den anzustrebenden Verhältnissen; die mit ihm erhaltenen Ergebnisse können auch beim Entwurf von Gewölbereihendämmen mit 6 bis 10 m Halbmesser wertvolle Dienste leisten.

Der Bau der Versuchs-Staumauer ist soweit vorbereitet, daß mit dem Betonieren im Oktober 1925 begonnen werden soll. Die Versuche werden sich auf ein Jahr oder länger erstrecken. Zur Verfügung steht eine durch Subskription aufgebrachte Summe von 100 000 Dollar.

(W. 586) Rgbmstr. Gerstenberger, Dresden.

Talsperren im Harz. In letzter Zeit haben Tagesblätter mehrfach Veröffentlichungen und Berichte über Verträge über die Talsperren im Bodegebiete gebracht, die geeignet sind, irrige Auffassungen über die Absichten der zuständigen Regierungen zu verbreiten. Hierdurch wird eine gewisse Beunruhigung in die beteiligten Kreise getragen, zu der kein Grund vorliegt, da in der Talsperrenfrage noch keine Entscheidung getroffen ist. Der Stand der Angelegenheit ist der folgende: Seit mehr als 20 Jahren werden zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Harzgewässer Talsperren angestrebt. Eine Verwirklichung der Talsperrenpläne kam nicht zustande, weil ein solches Unternehmen nicht allein auf die Kraftgewinnung gestellt werden konnte. In den Unterlagen zum preußischen Gesetz, betreffend die Vollendung des Mittellandkanals ist vorgesehen, Speisewasser für den Kanal aus Talsperren in der Bode, Ecker und Oker und gegebenenfalls im Leinegebiet zu entnehmen. Man war sich darüber klar, daß dadurch der lange gehegte Wunsch der Ausnutzung der Wasserkräfte im Harz erfüllt werden könne, indem durch die Betätigung des Kanalunternehmens die Gewinnung der elektrischen Energie sich zu angemessenen Preisen ermöglichen lasse. Nach dem Uebergange der Wasserstraßen auf das Reich hat das Reich die von Preußen begonnenen Entwurfsbearbeitungen fortgesetzt. Der Entwurf für eine Talsperre im Bodegebiet nebst Wasserwirtschaftsplan ist zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens aufgestellt worden. Die Baupläne sind von den Reichs- und preußischen Behörden nachgeprüft; zu dem Wasserwirtschaftsplan ist jedoch noch keine Stellungnahme erfolgt. Der Wasserwirtschaftsplan ist zunächst der preußischen Landesanstalt für Boden-, Luft- und Wasserhygiene vorgelegt worden zur Feststellung des landeskulturellen Einflusses der Wasserwirtschaft der Talsperren auf das Bodegebiet. Erst nach Vorliegen dieser Gutachten wird es möglich sein, einen Wasserwirtschaftsplan aufzustellen, der allen Ansprüchen gerecht wird und der ausweisen wird, ob das Unternehmen auf wirtschaftliche Grundlage gestellt werden kann. Es erhellt daraus, daß bis dahin über eine beabsichtigte Wasserwirtschaft noch nichts gesagt werden kann und daß keinerlei Ursache zur Beunruhigung vorliegt. (W. 663).

Persönliche Nachrichten.

Die deutsche Technische Hochschule zu Prag hat Herrn

Professor Dr. Viktor Kaplan

in Würdigung seiner Verdienste um die Fortschritte im Wasserturbinenbau zum Ehrendoktor der technischen Wissenschaften ernannt.

Ferner wurde Herr

Hofrat Ing. Rudolf Halter,

o.-ö. Professor an der Technischen Hochschule in Wien, seitens des Niederösterreichischen Gewerbevereins auf einstimmigen Beschluß der Generalversammlung für seine Verdienste im Wasserbau mit der Exner-Medaille ausgezeichnet.

Wir sprechen unseren geschätzten ständigen Mitarbeitern auch an dieser Stelle unseren herzlichen Glückwunsch aus.

Die Schriftleitung.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Engeriewirtschaft. Ein Kernproblem der Elektrizitätswirtschaft. — Die freie Donau, 1925, H. 16. Seite 455—456. — (Die Anlagekosten von Fernleitungen und die Betriebskosten von Dampf-Großkraftwerken haben sich gegenläufig verschoben, so daß die Stromfortleitungskosten über der Durchschnittsverteuerung, die Betriebskosten unter derselben liegen. Deshalb sind aber Fernversorgungsanlagen, zumal mit Wasserkraft, nicht grundsätzlich unwirtschaftlich.)

— Die Elektrisierung des Freistaates Irland. Von P. Glary. Le Génie Civil. Nr. 15 v. 10. 10. 25, Seite 311—313 mit 3 Abbildungen. — (Beschreibung der zunächst geplanten Wasserkraftanlage von 75 000 später 165 000 PS, die das Wasser des Shannon mit 30 m Gefälle ausnützt. Drei natürliche Seen gestatten die Schaffung von insgesamt 827 Mill. m³ Speicherräume. Francisspiralturbinen mit stehender Welle von je 30 000 bzw. 15 000 PS bei 150 bzw. 188 Uml./Min.; Fernleitungsspannungen: 110 000, 35 000 und 10 000 V.)

Digitized by Google

— Die Elektrisierung des Dnjepr. Von Dipl.-Ing. H. Borm, Braunschweig. „Der Bauing.", 1925, Seite 879—882 mit 1 Abbildung. — (Angaben über ein neues Projekt für den Ausbau des Dnjepr, das eine Wehranlage bei Kitschkas, ein Kraftwerk mit 13 Aggregaten zu je 50 000 PS, eine Schiffsschleuse von 235 m Länge mit vier Kammern und Hafenverbesserungen vorsieht.)

— Der neueste Stand des Wasserkraftausbaues und der Wasserkraftstatistik in Frankreich. Von Ad. Ludin, „Deutsche Wasserwirtschaft", 1925, Nr. 10, Seite 220—224. — (Zusammenstellungen der im Betrieb, im Bau befindlichen und der projektierten Wasserkraftanlagen nach dem Stand vom 1. Januar 1925 nach Angaben der franz. Wasserbauzentralbehörde.)

Wasserversorgung. Eine neue Trinkwasserzuleitung für Gotha. Von Stadtbaurat Dr.-Ing. Schubert. „Gesundheits-Ing." 1925, Heft 14, Seite 157—160 mit 2 Abbildungen. — (Projektbeschreibung einer Erweiterung der Wasserversorgung von Gotha. Es soll eine dritte Zuleitung von der Talsperre zu Tambach-Dietharz nach dem Herzberg-Hochbehälter und eine neue Talsperre gebaut werden.)

— Staatliche Landeswasserversorgung Württembergs. Förderstation Niederstotzingen. — Von Dipl.-Ing. Sattler. — Siemens-Zeitschrift 1925, H. 10, S. 405 bis 416, mit 20 Abb. — (Beschreibung der Pumpenanlage Niederstotzingen mit 5 elektr. beto. Zentrifugalpumpen von 540 bis 1500 PS Motorleistung und einer Dieselmotorpumpe von 600 PS. Allgemeines, die Pumpen, die elektr. Ausrüstung. Tägl. Leistung bis 65 000 m³ auf 106—148 m).

Eingegangene Bücher.

Großtaten der Technik. Wochen-Abreißkalender 1926 mit Abbildungen aus der alten und neuen Technik. — Verlag Dieck & Co., Stuttgart.

Der praktische Brunnenbauer. Von W. Pengel. 184 S. mit 177 Abb. 3. Aufl. Berlin 1925, Verlag Laubsch & Everth. Preis geh. RM. 4.—.

Hilfstabellen für Brunnenbau, Pumpen und Wasserleitungen. Von Ingenieur E. Bieske. 48 S. mit vielen Abb. und Zahlentafeln. 2. Aufl., Berlin 1926. Verlag Laubsch & Everth. Preis geh. RM. 2.—.

Preisverzeichnis für Brunnenbau nebst Unkostenberechnung, Lieferungsbedingungen, Bohrvertrag, Tabellenmaterial. 96 S. mit vielen Zahlentafeln. Herausgegeben vom Reichsverband für das deutsche Brunnenbau- und Bohrgewerbe, bearbeitet von W. Hutschenreuter. 2. Aufl., Berlin 1925, Verlag Laubsch & Everth. Preis geh. RM. 7.—.

Buchbesprechungen

Holzdaubenrohre. Ein Beitrag zur Baustoffkunde und Hydraulik von Rohrleitungen für Wasserkraft-, Wasserversorgungsanlagen. Von H. Rabovsky, Dipl.-Ing. 68 Seiten mit 62 Abbildungen, 8 Zahlentafeln und einer graphischen Darstellung sowie einem Anhang der ausgeführten Anlagen. 1925. Preis broschiert RM. 8.—. (VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

Die Schrift, welche die Erfahrungen des In- und Auslandes über das Wesen der Holzdaubenrohre zusammenfaßt, gibt dem Praktiker und Wissenschaftler in gleicher Weise ein vollständiges Kompendium auf dem Gebiet der in Deutschland noch fast unbekannten Holzdaubenkonstruktion. Sehr wertvoll ist dabei das zahlreiche, gutgesichtete Anschauungsmaterial.

Die von amerikanischen und nordländischen Ingenieuren befürwortete Seebergsche Formel für vollaufende Holzdaubenleitungen ist als Graphikon der Broschüre beigegeben. Besonderes Interesse wird die Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Bauausführungen finden. Man kann wohl von der Technik der Holzdaubenkonstruktion, deren Anwendung bis in die Uranfänge primitivster menschlicher Technik zurückreicht und die noch heute vor allem andern Material große Vorteile bietet, auch in Deutschland weiteste Verbreitung erwarten. Hiefür ist Rabovskys Schrift ein Ratgeber von hohem Wert. (W. 647.)

Die Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes und der Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt, e. V. Der Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt e. V. hat sich in seiner letzten Verwaltungsratssitzung, die unter dem Vorsitz des Herrn Generaldirektor Dr. h. c. Ott, Köln, am 4. Dezember d. J. in Berlin stattfand, auch mit dem Problem der deutschen Wasserstraßen-Projekte befaßt. Die aus allen Teilen des Reiches erschienenen Herren waren sich darüber klar, daß bei der heutigen mißlichen Finanzlage des Reiches die Investition großer Kapitalien, wie sie zur notwendigen Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes naturgemäß nun einmal erforderlich sind, nur in beschränktem Maße erfolgen kann. Anderseits ist das führende Sachverständigen-Gremium der deutschen Binnenschiffahrt überzeugt, daß die Regierung alles daran setzen wird, in ihrer Wasserstraßenpolitik mit den gebieterischen Forderungen der Stunde Schritt zu halten. Aus dieser Ueberzeugung heraus hat es der Verwaltungsrat des Zentralvereins nicht für notwendig erachtet, zu bestimmten Kanalprojekten Stellung zu nehmen, oder im Hinblick auf die zahlreichen, in der letzten Zeit in der Presse erschienenen und die breite Oeffentlichkeit beunruhigenden Nachrichten über Etatsrestriktionen des Reichsfinanzministeriums — u. a. beim Etatsposten Mittellandkanal — entsprechende Resolutionen zu fassen. Der Verwaltungsrat des Zentralvereins gab der Hoffnung Ausdruck, daß das Reichsverkehrsministerium im Rahmen einer weitblickenden Politik der Reichsregierung auch weiterhin durch sachverständige und tatkräftige Unterstützung bei der Förderung des Wasserstraßengedankens den Bestrebungen des Zentralvereins auf Schaffung eines leistungsfähigen deutschen Wasserstraßennetzes zum Ziele verhelfen wird. (W. 672.)

Vereine — Versammlungen.

Der Elektrotechnische Verein München hält am Mittwoch, den 20. Januar 1926, abends 8 Uhr, in der Technischen Hochschule München, Hörsaal 127 (Eingang Gittertor Theresienstraße) einen

Filmvortrag:

Das Walchenseewerk und das Bayernwerk.

(Wir hatten bereits Gelegenheit, den Film kennen zu lernen und möchten auf die technisch wie landschaftlich prächtigen Aufnahmen und die selten zu sehenden Zeitlupen-Aufnahmen von Ueberschlägen über 100 kV-Isolatorenketten besonders hinweisen. Die Schriftleitung.)

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 3 **München, 1. Februar 1926** **21. Jahrgang**

Wasserkraft und Dampfkraft.

Technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte[1])

Von Sten Velander,

Oberingenieur der Südschwedischen Kraft-A.G.

Die schwedische Krafterzeugung gründet sich fast ausschließlich auf Wasserkraft. In den letzten Jahren haben aber die großen Fortschritte in der Dampftechnik eine kräftige Agitation für den Bau moderner Dampfkraftwerke an Stelle von Wasserkraftwerken hervorgerufen. Der Verfasser untersucht und vergleicht die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen bei der Krafterzeugung mit Wasser und mit Kohlen. In erster Reihe handelt es sich um schwedische Verhältnisse, die Resultate aber sind größtenteils allgemein gültig, besonders, da die Dampfkraftdaten aus den V. St. A., England und teilweise auch aus Deutschland geholt sind, weil in Schweden bis jetzt keine modernen Großdampfkraftwerke vorhanden sind. Der Verfasser kritisiert und bezeichnet die folgenden, sehr oft für die Berechnung der Dampfkosten angewendeten Methoden als fehlerhaft bzw. irreführend. Die Reserven für Turbinen und Kessel werden nicht berücksichtigt; die Amortisationsprozente werden für eine Lebensdauer der Anlagen von 15 bis 30 Jahren statt 10 Jahren eingesetzt; für den Kohlenverbrauch bei gewöhnlichem Betrieb werden die Ergebnisse der Parade- und Abnahmeversuche in Rechnung gestellt; die Kosten für Bedienung, Instandhaltung und Reparaturen werden fast vollständig unberücksichtigt gelassen.

In Abb. 1 sind nebst diesen Werten auch die Kosten für ein normales Dampfkraftwerk von 30 000 kW Leistung, das jedoch nicht mit allen modernsten Einrichtungen für äußerste Brennstoffersparnis ausgerüstet ist, angegeben.

In nachfolgendem werden die richtigen, auf Betriebserfahrungen in den verschiedenen Ländern begründeten Daten angegeben. Diese Daten entsprechen gewöhnlichen Betriebsverhältnissen bei Großdampfkraftwerken (200 000 kW) unter günstigen Bedingungen und vorzüglichen Einrichtungen. Die Kosten der ganzen Anlage einschließlich Hochspannungsschaltanlage, Baugelände, Gleisanschluß, Bankzinsen während der Bauzeit, werden zu 280 RM. pro installierte kW angegeben. Die Jahreskosten für die ab Werk verkaufbaren kW werden auf Grund folgender Zahlen berechnet: Nötige Reserve 17% der installierten Leistung; Zinsfuß 6%, Amortisation 8% (etwa 10 Jahre Lebensdauer): Reparaturen, Bedienung und Unkosten 12 RM. pro installierte kW und 0,11 Pfg. pro kWh; Verwaltungskosten 3.40 RM. pro installierte kW; Brennstoffverbrauch (Durchschnitt während der Lebenszeit) 6000 WE/kWh bei Belastungsfaktor 0,1 und 4150 WE/kWh bei Belastungsfaktor 1,0. Das Resultat wird in Schaulinien gegeben, woraus man findet, daß bei einem Kohlenpreis von 17 RM. pro Tonne und 6000 WE pro kg die Kosten bei 2000 bzw. 4000—6000 Stunden Belastungszeit 100 bzw. 130—149 RM. pro kW und Jahr oder 5 bzw. 3,1 bzw. 2,5 Pfg. pro kWh betragen.

Beim Vergleich der Wirtschaftlichkeit zwischen Dampf-

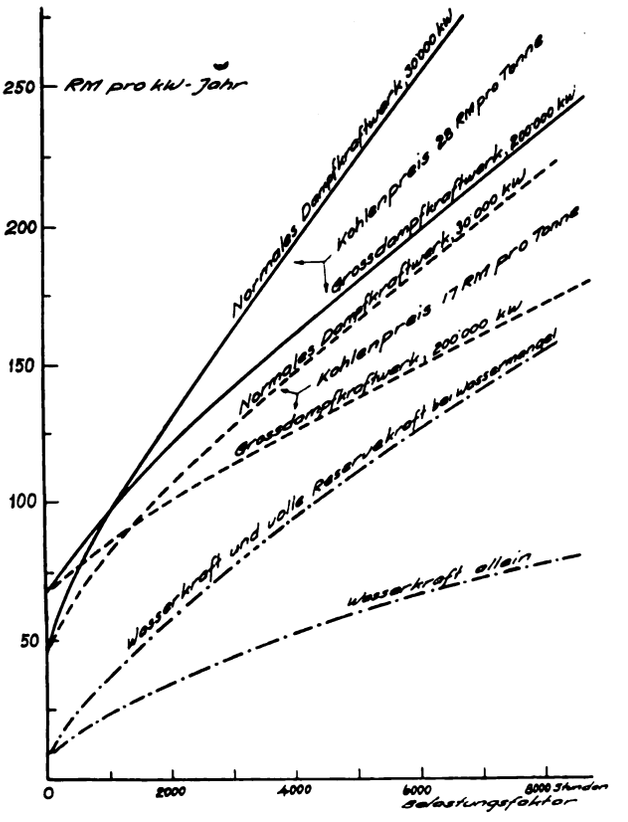


Abb. 1. Kosten ab Werk pro kWh und Jahr bei größeren Dampfkraftwerken und bei modernen Wasserkraftwerken mit voller Dampfreserve bei Wassermangel. Die Kohlen sind mit einem Heizwert von 6000 WE zugrunde gelegt.

[1]) Kurze Übersicht eines Aufsatzes in der schwedischen „Teknisk Tidskrift" H 36/1925 und Mitteilungen 176 der schwedischen Wasserkraftvereinigung.

Digitized by Google

kraft und Wasserkraft dürfen die hypermodernen Dampfkraftwerke nicht mit vor dem Kriege gebauten Wasserkraftwerken, deren Kosten entsprechend dem jetzigen Preisniveau umgerechnet werden, verglichen werden, sondern es müssen hierfür modern entworfene und nach neuzeitlichen Methoden gebaute Wasserkraftwerke zugrunde gelegt werden. Um technische und wirtschaftliche Vorteile beim Bau bester neuzeitlicher Wasserkraftwerke zu erreichen, werden folgende Richtlinien angegeben: Der Ausbau wird für eine ganze, in Treppenform regulierte Gefällereihe einheitlich entworfen. Die vorhandene Naturenergie soll möglichst restlos nutzbar gemacht werden. Ausbaugröße und Speicherinhalt werden den jetzigen und zukünftigen Belastungsverhältnissen der Kraftwerke genau angepaßt. Die Kraftwerke werden einfach aber solide gebaut und jedes mit wenigen aber großen Maschinenaggregaten ausgerüstet. Neuzeitige Baumaschinen, Transportvorrichtungen und Arbeitsmethoden werden im vollen Umfang verwendet. Die Energieverluste, nicht nur in Turbinen und Generatoren, sondern auch in Kanälen und Speichern, werden zu dem kleinstmöglichen Betrag heruntergebracht. Elektrische Verbindung und Parallelbetrieb wird zwischen sämtlichen Kraftwerken sowohl an demselben Fluß wie auch an anderen Flüssen zwecks Energieaustausch durchgeführt.

Besonders wertvoll ist eine so hohe Ausbaugröße, daß die Naturenergie zum allergrößten Teil ausgenutzt wird. Bevor die Seen reguliert sind, wird Dampfkraft während der wasserarmen Jahreszeiten als Reservekraft in großem Umfang verwendet. Aber schon von vorneherein soll die Ausbaugröße der Naturenergie (Durchschnittswassermenge) und der Belastungszeit angepaßt werden. Ein Kraftwerk, dessen Belastungszeit voraussichtlich nicht mehr als 3000 Stunden beträgt, soll also für die dreifachen jährlichen Durchschnittswassermengen ausgebaut werden. Je größer die Ausbauleistung ist, um so geringer werden, bezogen auf das kW-Jahr, die Kosten für Wassergefälle, Baugelände, Grunderwerb für Stauseen und für sonstige Einrichtungen, die von der Ausbaugröße unabhängig sind. Die von der Ausbaugröße abhängigen Kosten wachsen im allgemeinen nicht direkt proportional der Ausbauleistung; deswegen werden sich auch diese Kosten, bezogen auf das kW-Jahr, mit der Ausbaugröße verringern. Das Resultat wird also sein, daß die Totalkosten für das kW-Jahr bei kurzer Benutzungsdauer (große Ausbauleistung) viel niedriger werden als bei langen Benutzungszeiten, was im einzelnen die folgenden Untersuchungen zeigen.

Die Kosten bei neuzeitlichen, entsprechend obengenannten Richtlinien ausgebauten Wasserkraftanlagen in Süd-Schweden sind untersucht. Weil es sich hier um Kraftwerke von 10 bis höchstens 30 000 kW handelt, sind wahrscheinlich die Kosten nicht allzuviel von denen in anderen Ländern verschieden. Die Kosten der Naturkraft, worin Grunderwerb, Entschädigungen, Gerichtskosten, Ankauf von vorhandenen Gebäuden und Anlagen, Zinsverlust und dergleichen eingerechnet sind, werden zu 365 RM. pro kW der vorhandenen jährlichen Durchschnittsleistung angegeben. Diese Kosten werden verzinst und amortisiert mit zusammen 8% pro Jahr. Also sind die Kosten der Naturkraft bei 8760 Benutzungsstunden 29 RM. pro kW-Jahr. Bei kürzeren Benutzungszeiten verkleinert sich dieser Betrag proportional den Stunden. Die Anlagen (Wasserbauten, Turbinen, Generatoren) sind bei jedem untersuchten Gefälle für Ausbaugrößen berechnet, welche der ein- bis dreieinhalbfachen Durchschnittswassermenge (8000—2500 Benutzungsstunden) entsprechen. Die jährlichen Kosten für Verzinsung, Amortisation, Unterhaltung und Bedienung werden zu 12% für den maschinellen Teil und zu 8% für den baulichen Teil berechnet. Zu diesen Jahreskosten ist ein Zuschlag von 20 bis 40% gemacht, um sämtliche Extrakosten zu decken, welche eventuell notwendig sind, um fremde Kraftwerke für die Beeinflussung des Wasserzuflusses zu entschädigen. Die Kosten bei einer Belastungsdauer von 0 Stunden sind aus der Derivate der Kostenkurve berechnet.

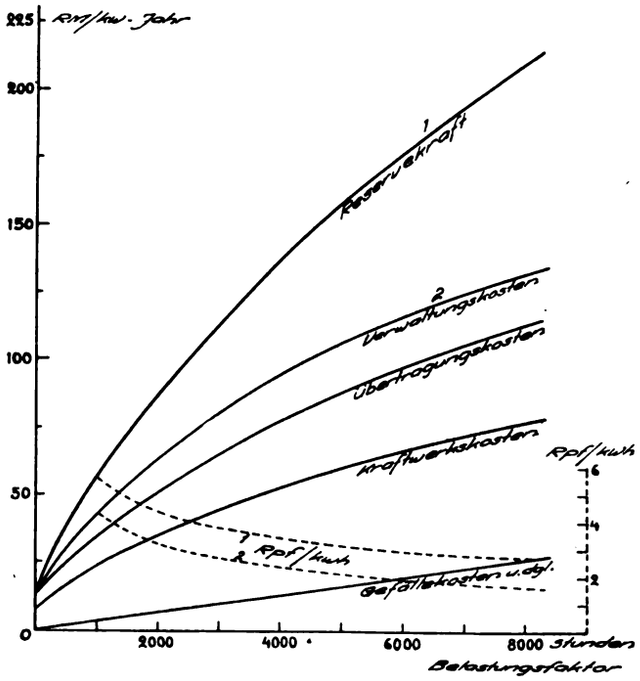


Abb. 2. Kosten für nach den Hauptbelastungspunkten übertragene Wasserkraft von ganz modernen Wasserkraftanlagen, bezogen auf südschwedische Verhältnisse.

Die Uebertragungskosten vom Kraftwerk zu den Hauptbelastungspunkten (100 km und 60 Mio kWh pro Jahr und Leitung) sind nach denselben Prinzipien für die verschiedenen Benutzungszeiten berechnet. Die Kraftleitungen kosten 7300 RM. pr km nebst 2.25 RM. pro kg Kupfer bei Verwendung des wirtschaftlichsten Kupferquerschnittes. Die Kosten für Umspannwerke und ausreichende Phasenschiebung sind zugeschlagen.

Es ist mit einer genügend großen Dampfkraftanlage und Produktion von so viel Dampfenergie gerechnet, daß immer eine der Durchschnittswassermenge entsprechende Leistung erzeugt wird. Die Kosten dieser Reservekraft sind höher gerechnet als die vorher genannten Dampfkraftkosten, weil diese Dampfkraftwerke kleiner sind und nicht so wirtschaftlich betrieben werden können. Wenn in Zukunft die Seen reguliert werden, können die Kohlenkosten zum größten Teil gespart werden. Jedoch sind auch hierbei die Dampfkraftwerke als Reserve bei außergewöhnlichen Wasserverhältnissen und Störungen erforderlich.

Digitized by Google

Die so berechneten Kosten für Wasserkraft, Uebertragung, Verwaltung und Reservekraft sind durch die Schaulinien in Figur 2 dargestellt. Bei der Beurteilung dieser Kosten ist zu bemerken, daß keine ungeprüften technischen Neuerungen bei den Wasserkraftanlagen verwendet werden, sondern nur seit Jahrzehnten bekannte und erprobte Anordnungen und Einzelheiten, die auf die beste und zweckmäßigste Art angeordnet werden. Die Berechnungen der Kosten für die Wasserkraft sind deswegen vollständig auf dem festen Boden der Erfahrung gegründet. Dasselbe kann nicht bei den ganz modernen Dampfkraftanlagen gesagt werden, weil dort beispielsweise infolge der großen Steigerung von Dampfdruck und Dampftemperaturen nicht die großen Erfahrungen bezüglich der Widerstandskraft und Haltbarkeit der zur Verwendung kommenden Materialien vorhanden sind.

In Abb. 1 sind zum Vergleich mit den Dampfkraftkosten die Schaulinien für Wasserkraftkosten ab Werk eingezeichnet. Die Uebertragungskosten sind nicht dazugerechnet, weil meistens die großen Dampfkraftwerke so weit von den Belastungspunkten liegen wie die Wasserkraftwerke. Die jetzigen großen Dampfkraftwerke müssen auch ihre Belastung aus mehreren weit entfernten Punkten holen und die Wahl der Bauplätze ist mehr durch billige Beschaffung von Kohlen und Kühlwasser als durch die Belastungen beeinflußt. Ein Vergleich ab Werk wie in Figur 1 ist deswegen richtig.

Die Schlußfolgerungen der wirtschaftlichen Untersuchungen sind, daß Wasserkraft dank der Entwicklung der Wasserkrafttechnik stets der Dampfkraft wirtschaftlich überlegen ist und daß die Wasserkraft durch Regulieren der Seen und erweiterten Parallelbetrieb bis jetzt nicht ausgenutzte Möglichkeiten hat, ihre Konkurrenzfähigkeit zu behaupten. Die Spitzenleistung kann auch vorteilhafter von dafür eingerichteten Wasserkraftwerken als von Dampfkraftwerken geliefert werden. Die für die wasserarmen Jahreszeiten nötigen Dampfkraftwerke können, wegen der Anheizverluste und dergleichen, nur in beschränktem Umfange Spitzenleistungen so wirtschaftlich liefern, wie Wasserkraftwerke, wenn sie nebst den Uebertragungsanlagen von Anfang an für eine hohe Ausbauleistung rationell entworfen und gebaut sind.

Zuletzt betont der Verfasser die Verbesserung im Wirkungsgrad, die bei Krafterzeugung und Kraftverteilung durch rationellen und wirtschaftlichen Ausbau und Betrieb sämtlicher Einzelheiten zu gewinnen ist. Bei gewöhnlichen Anlagen berechnet er, daß nur 27% der in den Wassergefällen vorhandenen Naturenergie als Nutzenergie von der Motorwelle abgegeben wird, während ein Wirkungsgrad von 56% erreichbar ist, ohne dabei wirtschaftlich unrentable Anordnungen zu schaffen.

Bei einer planmäßigen, einheitlichen und rationell geordneten Kraftversorgung eines ganzen Landes können besonders die Wasserkraftanlagen durch Modernisierung und entsprechende Weiterentwicklung bezüglich der Betriebssicherheit, des Wirkungsgrades und der Wirtschaftlichkeit bedeutend verbessert werden. (W. 675.)

Weltkraftkonferenz in London 1924 und Großkraftversorgung.

Von Dipl.-Ing. A. Menge, Vorstandsmitglied der Bayernwerk A.G., Walchenseewerk A.G. und Mittlere Isar A.G., München. (Fortsetzung aus Heft 2, Seite 10.)

Interessant im Aufbau ist ferner eine Anlage für 120 000 PS der Shawinigan Water and Power Company bei La Gabelle (Quebec). Bild 10 zeigt einen Schnitt durch eine dort installierte Einheit (30 000 PS) nebst Schaltanlage. Diese Einheit arbeitet unter einem Gefälle von 18 m bei 120 Umdrehungen je Minute. Die Turbine ist mit einem Propellerlaufrad ausgerüstet und dürfte hinsichtlich Gefälle einen Grenzfall für die Verwendung von Propeller-Rädern darstellen. Die Sammelschienenanlage ist auf dem Dach des Krafthauses errichtet, vgl. Bild 11.

Aus den anläßlich der Weltkraftkonferenz veröffentlichten Abhandlungen geht hervor, daß die Amerikaner bei fast allen ihren Bauten sowohl für Hochdruck als auch Niederdruckanlagen die Ausführung der Turbinen mit vertikaler Welle bevorzugen. Dies beeinflußt natürlich auch in besonderem Maße den Bau des Krafthauses. Allenthalben wird die Turbine als wesentlicher Bestandteil des tiefbautechnischen Teils des Krafthauses betrachtet, d. h. es werden die Gehäuse der Turbinen sowohl bei mittleren als auch Hochdruckanlagen in Beton eingebettet. Bei Niederdruckanlagen sind selbst die Druckleitungen ohne Verwendung von Blechauskleidungen lediglich in Beton ausgeführt. Zwischen Gehäuse und Saugrohr wird durch gedrängte Bauweise das Mauerwerk auf ein Mindestmaß beschränkt und dabei gleichzeitig darauf Rücksicht genommen, daß

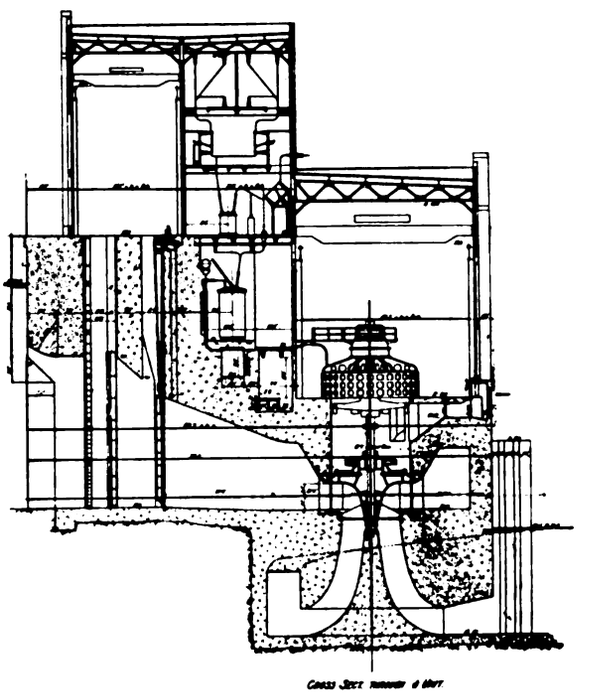


Bild 10. Schnitt durch eine Einheit von 30 000 PS der La Gabelle-Anlage.

Digitized by Google

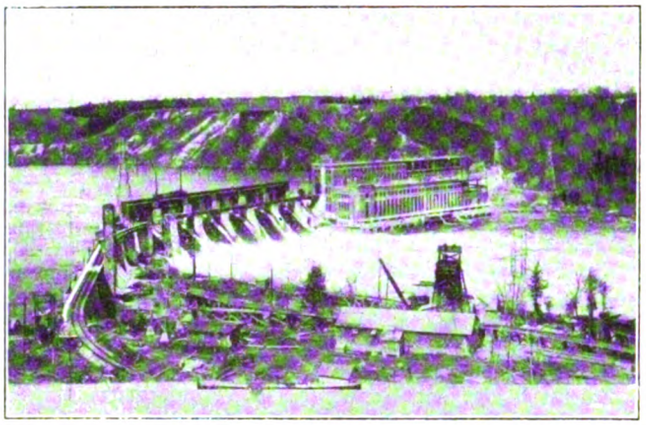


Bild 11. Außenansicht der La Gabelle-Anlage. Install. Leistung 120 000 PS.

bei Ueberholungsarbeiten die Lager ohne Ausbau des Generators zugänglich sind.

Das markanteste Beispiel für den gegenwärtigen Stand des amerikanischen Wasserturbinenbaues sind die 70 000 PS-Turbinen für eine Station an den Niagarafällen. Zurzeit dürften dort bereits drei Einheiten in Betrieb genommen worden sein. Diese stellen nach Leistung und Ausmaßen die größten Einheiten der Welt dar. (Bild 12). Sie nützen ein Gefälle von 65 m aus und sind für 107 Umdrehungen je Minute gebaut. Zwei Einheiten sind nach dem Stahlguß-Sectional-Typ hergestellt und der Generator wird direkt durch den Betonbau des Krafthauses ohne Zuhilfenahme einer Zwischenkonstruktion aus Metall getragen. Die dritte Einheit hat ein Turbinengehäuse aus Stahlplatten; eine gußeiserne Zwischenkonstruktion bildet das tragende Zwischenglied für den Generator.

Es mag nicht unerwähnt bleiben, daß die Anwendung von Maschinen-Einheiten mit stehender Welle erst dadurch möglich gemacht wurde, daß vor ungefähr 12 Jahren zuverlässige Drucklager herauskamen. In Amerika hat das Kingsburylager zuerst die Vorbedingung für den erfolgreichen Bau dieser Generatorentypen geschaffen. Es

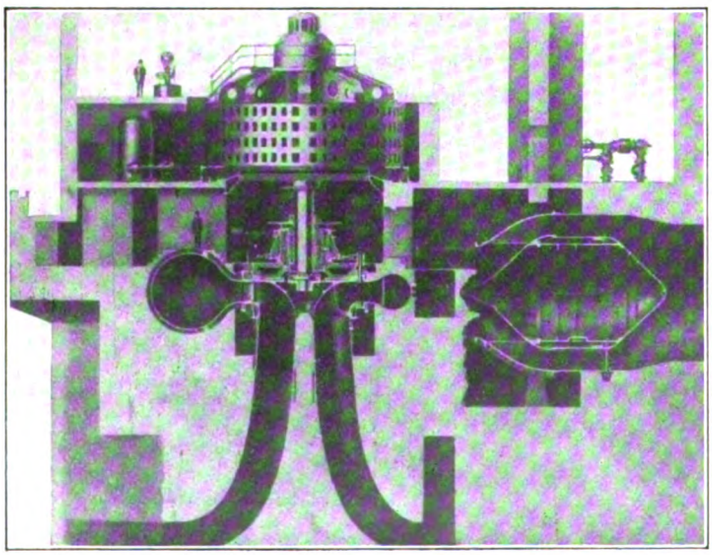


Bild 12. 70,000 PS-Aggregat der Niagara-Fälle.

ähnelt in vieler Beziehung dem in England entwickelten Michell-Lager. Auch andere Typen wurden in der letzten Zeit entworfen, die zum Teil erfolgreich in der Praxis Eingang finden.

Mr. Taylor[6]) erwähnt in seinem Referat, daß auch der Ausführung der Turbinengehäuse in den letzten Jahren wachsende Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die Schnecke oder das Spiralgehäuse wird bevorzugt und sogar bei sehr kleinen Gefällen bringt man gerne verschiedene Abarten des Spiralgehäuses zur Anwendung. Der Bau von Reaktionsturbinen hat derartige Fortschritte gemacht, daß heute dieses Prinzip für Gefälle zur Anwendung kommt, die man früher mit dieser Bauweise nicht bewältigen zu können glaubte.

Die Fortschritte im Turbinenbau waren besonders umwälzend auf dem Gebiete der Gestaltung des Saugrohres. Ueber die Vor- und Nachteile der entwickelten Formen wird an anderer Stelle dieser Zeitschrift noch berichtet werden.

Mr. Freeman[7]) bemerkt in seiner Abhandlung, daß die Vorteile, welche durch günstige Ausbildung des Saugrohres erzielt werden und eine Verbesserung des Wirkungsgrades um 1 bis 5% bewirken, keine erhöhten Baukosten verursachen, während die Ersparnisse durch bessere Energieausnützung bleibende sind. Darüber hinaus vermin-

[6]) Transactions of the First World Power Conference, Vol. II, Taylor: The Hydraulic Reaction Turbine.
[7]) Transactions of the First World Power Conference, Vol. II, Freeman: General Review of Current Practice in Water Power Production in America.

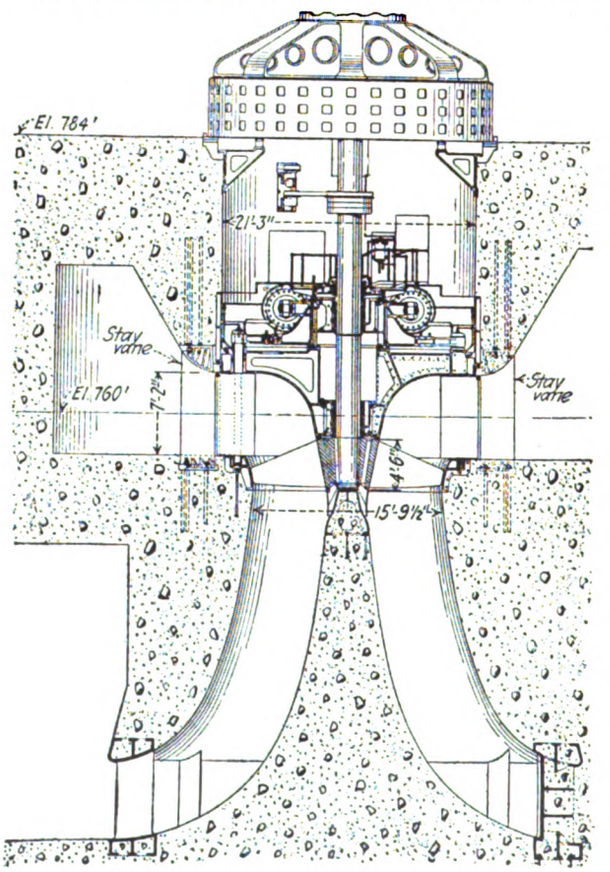


Bild 13. Schnitt durch eine 28 000 PS Turbineneinheit der Great Fall-Anlage in Manitoba.

Digitized by Google

Bild 14. Geplantes Super Power-System der U.S.A.

dert die verbesserte Form des Saugrohres die Ausmaße des Turbinenschachtes und des Mauerwerkes. Endlich kann durch Einbau eines zentrisch geformten Kerns in das Saugrohr ein fester Stützpunkt für die Turbinenwelle geschaffen werden.

Wie dies durchgeführt wird, zeigt Bild 13, welches einen Schnitt durch eine Einheit, wie sie zurzeit in einer Kraftanlage in Manitoba in Betrieb ist, darstellt. Das Laufrad ist als Schnelläufertyp ausgebildet und entwickelt 28 000 PS bei einem Gefälle von rund 17 m und einer Drehzahl von 138,5 Umdrehungen je Minute oder einer spezifischen Drehzahl von 153.

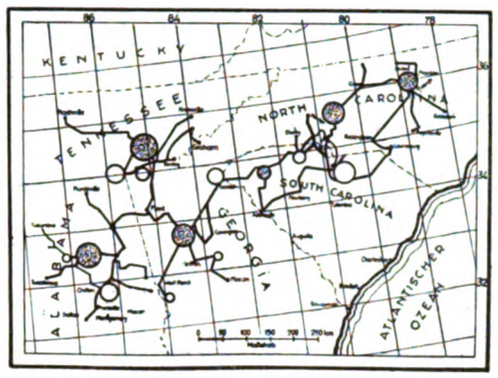
Große Fortschritte wurden auch im Bau von Wärmekraftanlagen gemacht. Hierauf bei der auszugsweisen Wiedergabe meines Vortrages näher einzugehen verbietet der verfügbare Raum und steht schließlich auch außerhalb des Interessengebietes dieser Zeitschrift.

Wichtig dagegen erscheint mir auf die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung kurz hinzuweisen. Diese ging in den U S. A. ähnlich wie bei uns vor sich. Zuerst wurden städtische oder lokale Elektrizitätswerke geschaffen, welche die Versorgung eines mehr oder weniger großen Ueberlandgebietes übernahmen. Durch den Krieg, den Mangel an Arbeitskräften und die dadurch bedingte Kohlenknappheit wurde der Energiegewinnung aus Wasserkräften erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt. So fielen der elektrotechnischen Industrie in Amerika neue große Aufgaben zu, die einerseits auf dem Gebiete des Wasserkraftausbaues, anderseits in der Erweiterung der bestehenden Kraftgewinnungsanlagen und in der Vergrößerung der Energieverteilnetze lagen. Der Aktionsbereich der vorhandenen Netze wurde über größere Gebiete ausgedehnt und jetzt findet die Kupplung großer Versorgungssysteme untereinander statt.

Die Vorteile, welche aus dem Zusammenschluß großer Ueberlandnetze, dem „Super-Power-System“[8]), wie es in Amerika genannt wird, erwachsen, sind sehr mannigfach; es ermöglicht neben:

1. der restlosen Ausnützung der Wasserkräfte auch

[8]) Super Power as an Aid to Progress, by G. E. Tripp.



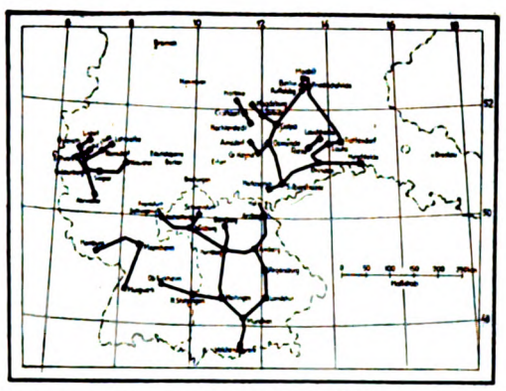


Bild 15. Vergleich eines 110-kV-Verteilungssystems in Amerika mit den 110-kV-Netzen in Deutschland.

2. die Deckung der fehlenden Energiemengen durch weniger große Wärmekraftwerke; denn die in diesen Anlagen installierten Leistungen können bei Zusammenschluß mehrerer Netze wesentlich geringer sein als für den Fall, daß die einzelnen Ueberlandwerke getrennt arbeiten; außerdem lassen sich die Dampfkraftwerke an den für den Transport und die Beschaffung günstigsten Stellen errichten.

Daneben gewährt der Zusammenschluß

3. die Möglichkeit, alle Ueberschußkräfte der in der Industrie mit Wasser, Gas und Hochofen-Abhitze gewonnenen Kräfte aufzunehmen,
4. die Einsparung von Reserveaggregaten, schließlich auch
5. die Erhöhung der Betriebssicherheit.

Die Idee des vollständig elektrisierten Landes hat derart Boden gefaßt, daß sich in den U. S. A. das Interesse der Politiker und die Aufmerksamkeit der Staatsregierungen diesem neuen Probleme zuwenden, das für die Volkswirtschaft mehr Vorteile erwarten läßt, als Verbesserungen der bestehenden Eisenbahnen, Telephon- und Telegraphen-Anlagen. Projekte für ein das gesamte Gebiet der Vereinigten Staaten umfassendes Höchstspannungsnetz sind ausgearbeitet.

Bild 14 zeigt das von dem Hydro-Elektriker Frank G. Baum der Westinghouse Gesellschaft entworfene Leitungssystem, das die Zentren aller wichtigen Krafterzeugungsanlagen und die Hauptverbrauchsstellen der U. S. A. miteinander verbindet.

Man ist sich natürlich auch in Amerika darüber klar, daß die Ausführung eines derartigen Netzes, das mit einer

Digitized by Google

weit höheren Spannung als 220 kV betrieben werden müßte, sowohl in technischer wie wirtschaftlicher Beziehung sehr große Aufgaben stellt, deren gründliches Studium Jahre erfordern wird.

Die große Aufgabe in den U. S. A. für die nächsten zehn Jahre wird darin gesehen, die Leistungsfähigkeit der bereits bestehenden Zwischenverbindungen unter den einzelnen Netzen zu vergrößern, auch von den Verbrauchsstellen entfernt liegende Wasserkräfte auszubauen und wirtschaftlich günstig gelegene Groß-Dampfanlagen auszunützen und sie mit den Großabnahmepunkten durch Großkraftübertragungsnetze von etwa 150 000 Volt Spannung und höher zu verbinden.

Obwohl die Bedingungen des Zusammenschlusses, des Kraftaustausches und des Betriebes von zusammengeschlossenen Ueberlandzentralen in den verschiedenen Teilen von Nordamerika sich naturgemäß im einzelnen und von den für Deutschland geltenden unterscheiden, haben sie doch in den Grundzügen vieles gemeinsam. Ein besonders markantes Beispiel mag dies vor Augen führen.

Das vorstehende Bild 15 gibt einen Vergleich der bestehenden 110 kV-Netze in Deutschland mit einem Ausschnitt der 110 kV-Uebertragungsanlagen in Amerika[9]) (Beide Karten sind im gleichen Maßstab gezeichnet) und zwar habe ich das Gebiet der Südoststaaten als Beispiel gewählt, weil es hinsichtlich Größe des zu versorgenden Landes, hinsichtlich Verteilung von Kohle und Wasserkraft und der Notwendigkeit der Schaffung von Speicheranlagen dem deutschen Wirtschaftsgebiet ähnelt. Das Gebiet umfaßt die Staaten Mississippi, Alabama, Tennessee, Georgia, Nord- und Süd-Karolina. Ungefähr zehn Kraftgesellschaften versorgen dieses Gebiet mit elektrischer Energie. Die Charakteristik der Wasserführung der Flüsse wechselt sehr stark. Meist ist die Energiedarbietung gerade dann am geringsten, wenn die Belastung der Industrie am höchsten ist. Die stärkere Veränderung in der Wasserführung machte große Dampfanlagen und Anlage von Wasserspeichern notwendig. Die Southern Power Company hat in ihrer Bridgewateranlage einen Wasserspeicher ausgebaut, welcher Energie im Gleichwert von 110 Mio kWh liefert. Am Berton und Mathis Damm ist eine Energiemenge von 90 Mio kWh und durch das zurzeit im Bau befindliche Cheroksee-Bluff-Projekt sind 300 Mio kWh speicherbar; doch führte diese Maßnahme allein noch nicht zum gewünschten Erfolg; der Zusammenschluß der bestehenden Netze erwies sich als dringend notwendig. Die Zwischenverbindungen der Netze der zusammenarbeitenden Gesellschaften wurden für Austauschleistungen von ungefähr 20000 bis 25 000 kW bemessen. Der Kraftaustausch hat sich als so erfolgreich bewiesen, daß schon nach 18 monatlichem Betrieb beschlossen wurde das Zusammenarbeiten noch enger als wie anfangs gepiant zu getalten. Ein Ingenieurausschuß aus Betriebsleitern und Chef-Ingenieuren der einzelnen Gesellschaften nahm Untersuchungen für die Möglichkeit eines gemeinsamen Bauprogramms auf, durch das verhindert werden soll, daß gleichzeitig mehrere Gesellschaften Neuanlagen ausführen, solange durch Kraftaustausch innerhalb des gesamten Gebietes der Bedarf gedeckt werden kann.

[9]) Aus: Super Power as an Aid to Progreß, by G. E. Tripp, New-York 1924 S. 36.

Bei uns in Deutschland sind, wie Bild 15 erkennen läßt, die einzelnen 110 kV-Netze noch ohne Zwischenverbindung. An der Erweiterung der drei bestehenden 110 kV-Netze — Rheinisch-westfälisches, mitteldeutsches und süddeutsches Netz — wird jedoch ständig gearbeitet, so daß in nicht allzu ferner Zeit auch der Zusammenschluß und damit der Energieaustausch zwischen den einzelnen Wirtschaftsgebieten ermöglicht werden wird. Diesem Umstande Rechnung tragend war das Bayernwerk auch bereits beim ersten Ausbau darauf bedacht, Anschlüsse an die Nachbargebiete zu ermöglichen um die namentlich im Sommer anfallenden Ueberschußkräfte nutzbringend abzusetzen. Diese Verflechtung wurde im letzten Jahre zum Teil in die Tat umgesetzt. Das Bayernwerk beliefert seit Dezember vorigen Jahres die Stadt Stuttgart und die Neckarwerke mit elektrischer Energie. Ein Vertrag für die Belieferung der Mainkraftwerke in Höchst ist bereits abgeschlossen und die Bauarbeiten an den Uebertragungs-Anlagen, die eine Verbindung des ausgedehnten Bayernwerknetzes mit dem des Rheinisch-westfälischen Elektrizitätswerkes schafft, sind in vollem Gange. Bestrebungen, ähnliche Abmachungen mit Preußen, Sachsen und Thüringen zu treffen, scheinen nach den Erfahrungen, die in Amerika gesammelt wurden, im Interesse aller in Betracht kommenden Unternehmungen zu liegen. Auch bei uns wird sich diese Verschmelzung technisch und finanziell bewähren. Es ist nicht zu bestreiten, daß wir mit unseren Bestrebungen zwischen den bestehenden deutschen 110 000 Volt-Großverteilungsnetzen, Verbindungsleitungen gleicher Spannung zu errichten, die für einen Energietransport von 20 000 bis 25 000 kW bemessen sein müssen, auf dem richtigen Wege sind.

Die unmittelbare Verbindung der Krafterzeugungszentralen in Rheinland-Westfalen, Mitteldeutschland und Süddeutschland mit durchlaufenden 220 000 Volt-Leitungen wird bei uns wohl noch längere Zeit auf sich warten lassen. Technisch stehen dem Bau derartiger Leitungen keine Hindernisse mehr im Wege, wohl aber in wirtschaftlicher Beziehung.

Der Leitungsbau erfordert die Aufwendung großer Kapitalien; außerdem müßten erst neue Wasserkraftanlagen größten Ausmaßes errichtet werden, um große, transportfähige Energiemengen zu beschaffen.

Ich möchte meine Ausführungen, welche bezweckten, das wichtigste von dem zu zeigen, was in Amerika auf dem Gebiete der Groß-Energieerzeugung und -Verteilung geleistet wurde, noch vervollständigen durch einige Daten aus der Statistik über den elektrischen Verbrauch. Hierbei muß mit Bedauern festgestellt werden, daß sich unsere deutsche Statistik sowohl hinsichtlich Umfang der erfaßten Betriebe, als auch Schnelligkeit der Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse nicht mit der amerikanischen messen kann. Bemerkenswert ist, daß bereits im ersten Heft der Electrical World dieses Jahres umfangreiches Zahlenmaterial über Energieverbrauch und Erzeugung, Baukosten usw. des Jahres 1924 veröffentlicht war und auch Angaben über Etat, Bauprogramm usw. des Jahres 1925 der einzelnen Staaten der U. S. A. gemacht wurden.

Die in den Vereinigten Staaten erzeugte Energiemenge im Jahre 1924 einschließlich Eisenbahnen wird zu 59 937,4 Millionen kWh angegeben.[10]) In Deutschland wird sie ohne

[10]) Electrical World, Vol. 85, Nr. 1.

Digitized by Google

Eisenbahnen und Industrie-Sonderzwecke, also nur für öffentliche Elektrizitätsversorgung, auf 8000 Mio kWh geschätzt. Die Steigerung der Energieerzeugung in den U. S. A. betrug gegenüber jener des Jahres 1923 rund 5,9%. Von der Gesamterzeugung wurden verbraucht 30,1 % für Licht, 55 % in der Industrie und 14,5 % für Eisenbahnen. Von der Gesamterzeugung des Jahres 1924 treffen 36,9 % auf Wasserkraft und 63,1 % auf Wärmekraftanlagen.

Für Erweiterungen und Ergänzungen der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen wurden im Jahre 1924 in den U. S. A. nahezu 1 Billion Dollar ausgegeben. Der Kostenanschlag der Ueberlandversorgungsgesellschaften für das Jahr 1925 beziffert sich auf 580 Mio Dollar, wovon 29 % für Ausbau und Erweiterungen von Dampfanlagen, 16,6 % für Wasserkraftanlagen und 54,4 % für Uebertragungsleitungen und Verteilungsnetze ausgegeben werden. Diese Aufteilung des Gesamtbetrages weist eine beträchtliche Summe auf, welche für die Ausbildung des Interconnection-Systems verwendet wird. Mehr als 54 % der Gesamtausgaben fließen der Ausführung dieses Planes zu.

Welche Schlußfolgerungen können wir nun für uns aus der Entwicklung der amerikanischen Großkraftversorgung ziehen? Meines Erachtens sind dies unter anderem folgende:

1. Das angeführte Beispiel des amerikanischen Südost-Netzes zeigt uns, daß die in ihm zusammengefaßten zehn Großversorgungs-Unternehmungen die notwendigen Krafterzeugungsanlagen in einem Gebiete, das an Größe Deutschland übertrifft, nach einem gemeinsam aufgestellten Bauprogramm errichten; hierbei werden die Kraftanlagen dem zu erwartenden Bedarf entsprechend an den wirtschaftlich günstigst gelegenen Stellen erbaut. In Deutschland ist von einem gemeinsam aufgestellten Bauprogramm — einem Generalplan — für die Errichtung neuer Krafterzeugungsanlagen bisher noch nicht die Rede.

Mit Befriedigung können wir allerdings feststellen, daß bei uns in Bayern bereits ein erster Schritt zu einem solchen Generalplan getan ist, durch den von der Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern aufgestellten Plan für die Verwendung der bayerischen Wasserkräfte; aber es handelt sich, wie gesagt, hier im Hinblick auf die gesamte deutsche Großkraftversorgung um einen e r s t e n Schritt.

Soll die deutsche Großkraftversorgung, die für die deutsche Volkswirtschaft so notwendige Erleichterung in der Beschaffung billiger Energie bringen, so werden wir in dem kapitalarmen Deutschland dem Beispiel des reichen Amerika folgen müssen. Wir werden gezwungen sein dazu überzugehen, die künftig in Deutschland notwendig werdenden Krafterzeugungsanlagen und Verteilungsleitungen nach einem Generalplan zu errichten.

2. Amerika wurde vom Kriege und den Kriegsfolgen praktisch nicht berührt und genießt alle Früchte des Siegers. Gerade während und nach dem Kriege hat die amerikanische Elektroindustrie einen gewaltigen Aufschwung genommen. Der Grund hierfür liegt nicht in einem größeren K ö n n e n gegenüber der deutschen Industrie und Wissenschaft, sondern in den günstigen Wirtschaftsverhältnissen, welche die Durchführung großer technischer A u f g a b e n ermöglichen.

Diese großen A u f g a b e n sind d a s, was der deutschen Technik fehlt.

Deutschland ist zweifellos als Betätigungsfeld für unser technisches Können und für unsere leistungsfähige Industrie zu klein.

Vor dem Kriege umfaßte unser Betätigungsfeld nahezu alle Kulturländer der Erde. Unser Ziel muß also sein, auch gegen den Willen des Feindbundes, unsere frühere Handlungsfreiheit wieder herzustellen. (W. 631).

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Das Radaunewerk. Auf Veranlassung des Senats der Freien Stadt Danzig werden zurzeit die Wasserkräfte des Radauneflusses ausgebaut. In diesem Flusse befindet sich bei Straschin—Prangschin bereits eine Talsperre mit einem Gefälle von 14,5 m, und an diese schließt sich jetzt oberhalb das im Bau befindliche Radaunewerk an. Durch diese Anlage mit einem mittleren Gefälle von 44,5 m und einer mittleren Abflußmenge von 5,5 cbm/sec wird jährlich eine Energiemenge von 13,85 Millionen kWh gewonnen werden können.

Zur besseren Ausnutzung ist jedoch noch die Anlage eines Sammelbeckens vorgesehen.

Oberhalb Kahlbude wird die Radaune durch ein massives Wehr mit drei Oeffnungen angestaut. Auf die Wehrkrone werden eiserne Stauklappen aufgesetzt, die sich bei einer Erhöhung des Wasserspiegels selbsttätig umlegen. Außerdem sind noch in den Wehrpfeilern Grundablaßöffnungen vorgesehen.

Vom Wehr aus wird das Wasser der Radaune durch einen etwa 1,5 km langen Werkkanal, der an den nördlichen Hängen des Radaunetales entlang führt und durch eine 15 cm starke Lehmschicht gedichtet ist einem Sammelbecken für 2,4 Millionen m³ Fassungsvermögen zugeleitet.

Die Zuführung des Wassers vom Sammelbecken zum Krafthause erfolgt durch eine Druckrohrleitung, die auf eine Länge von 810 m in Eisenbeton mit einem inneren Durchmesser von 3,60 m und 0,35 m Wandstärke bei einem größten Wasserdruck von 2,5 Atm. und in den unteren 160 m in Eisen mit einem Durchmesser von 3,0 m ausgeführt ist. Die Eisenbeton-Druckrohrleitung besteht aus einzelnen Rohrstücken, von 15,0 m Länge, die durch Dehnungsfugen voneinander getrennt sind. Die Dichtung dieser Fugen geschieht innen durch Kupferblech mit unterlegter Asphaltpappe; außen sind sie durch 60 cm breite Muffen überdeckt. Als Auflager dient eine besondere Betonschale, auf die eine Lage Asphaltpappe aufgeklebt wird, so daß ein Gleiten des Rohres auf der Schale bei Temperaturschwankungen möglich ist. An der höchsten Stelle der Rohrleitung ist zum Ausgleich der Turbinenstöße ein Standrohr aus Eisenbeton von 12,0 m Innendurchmesser und 14,0 m Höhe vorgesehen, das zur gleichen Zeit als Aussichtsturm ausgebaut wird. Die Absperrung der Rohrleitung findet am Einlauf, wo auch die Grob- und Fein-

Digitized by Google

rechenanlage aufgestellt ist, durch eine besondere Schütztafel statt.

Im Krafthaus sind zunächst zwei Francis-Turbinen von je 7 cbm/sec Schluckfähigkeit eingebaut, zu denen später noch eine dritte hinzukommt.

Das Radaunewerk erhält noch eine Erweiterung durch den Bau einer zweiten Staustufe dicht oberhalb bei Lappin. Die Arbeiten werden von der Siemens-Bauunion ausgeführt. (W. 679.)

Wasserbau

Festigkeitsbetrachtungen an hohen Sperrmauern. Von E. Vecchiarelli. (Zeitschrift der Ingenieurschule Padua.) Der Verfasser bespricht einleitend die Geschichte der Glenotalsperre: Nach den Vorarbeiten von 1917/18 wurde im Mai 1919 der Entschluß zum Bau einer Schwergewichtsmauer gefaßt. Juli 1919 wurde der Erdaushub begonnen und die Fundamente gebaut. Juni 1920 entschloß man sich, auf den Unterbau eine „Vielfachbogenmauer" aufzusetzen. Im November 1921 traten die ersten Durchsickerungen auf; während des Jahres 1922 waren die ersten Rißbildungen zu sehen und am 1. Dezember 1923 ereignete sich der Einsturz.

Daran schließt der Verfasser eine Berechnung der Gewölbe, wobei auch die im Sommer sowohl als auch im Winter vorhandenen Temperaturdifferenzen zwischen Wasser- und Luftseite berücksichtigt werden; als praktisches Beispiel werden die Gewölbe der Glenotalsperre nachgerechnet. Ebenso werden bei den Pfeilern die Beanspruchungen durch die hydrostatische Belastung und die Eigenspannungen unterschieden. Beim Fundament werden die Beanspruchungen durch Horizontal- und Vertikalkomponente des Wasserdruckes und die Verhältnisse in der Ebene, längs welcher die Mauer auf dem Fundament aufsitzt, untersucht und schließlich die Durchsickerung besprochen.

Der Durchsickerung zwischen dem Felsuntergrund und dem Fundament, welche sich schließlich wie eine Unterspülung auswirkte, wird im Schlußwort die Schuld am Einsturz gegeben, obwohl auch die Gewölbe und Pfeiler der Mauer als schwach bezeichnet werden. (W. 661).

Schilhansl.

Nadelverschlüsse für Grundablaßrohre. Der Tieton-Staudamm als Teil des Yakima-Projektes wurde fertiggestellt und die Anlage im Juli d. J. dem Betrieb übergeben. Als bemerkenswerte konstruktive Einzelheit zeigt die Abbildung den Abschluß der Grundablaßrohre durch Nadel-Ventile, die

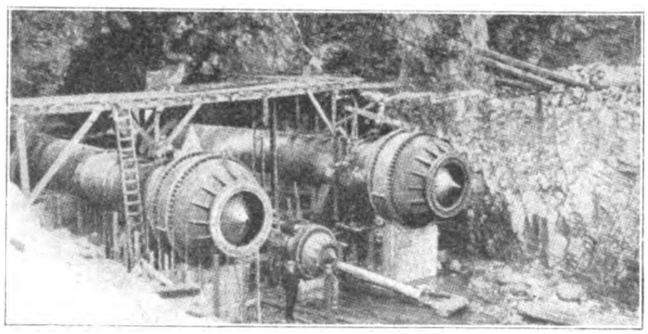


Abb. 1. Nadelverschlüsse.

ein Schließen bzw. Oeffnen der Rohrmündung durch ein Vorschieben bzw. Zurückziehen der der Form und Geschwindigkeit des Wasserstrahles angepaßten konischen Verschlußkörper bewirken. Es dürfte die vorliegende Ausführung wohl die erste im großen Maßstab sein, denn die eisernen Rohre haben einen Durchmesser von 1,80 m. Ueber die Bewährung der Verschlüsse im Betrieb liegen noch keine Nachrichten vor. (Engineering News Record Vol. 94 Nr. 22.) (W. 587) Ge.

Wasserkraftmaschinen.

Die Konstruktion der Wasserturbinen in den Vereinigten Staaten. Das Bulletin technique de la Suisse romande (1925, H. 20) bespricht ein Referat von L. F. Moody vom Januar 1925 vor der amerikanischen Vereinigung der Zivilingenieure über die Propellerturbine. — Auf Grund der Betrachtungen von Dr. Strickler, Bern, über Flüssigkeitsreibung folgert Moody, daß der Schaufelreibungsverlust im Laufrad proportional der 3. Wurzel aus der Schaufelzahl und umgekehrt proportional der 3. Wurzel aus der größten Oberfläche der Schaufeln sei, also bei ähnlichen Rädern zum Beispiel sich für 16 : 4 Schaufeln verhalte wie 1 : 0,63. Ferner untersucht er für Laufräder mit gleichem Verhältnis zwischen gesamter Schaufeloberfläche und deren Kreisprojektion den Einfluß der Schaufelzahl und Zellenweite. Saugrohruntersuchungen führen zu dem in Kurven dargestellten Ergebnis, daß zwischen langen und kurzen Spreizsaugrohren mit Auslaufspiralen (Längenverhältnis etwa 1 : 2) praktisch kein Unterschied im Wirkungsgrad besteht. Der Unterschied macht sich nur in den unteren ⅔ der Leistung durch höchstens 1% zugunsten des kurzen Moody-Saugrohres bemerkbar.

Interessant ist die Abb. 2 einer 800 PS-Turbine der Illinois Northern Utilities Co. für $H = 3{,}95$ bis 2,44 m, $n = 80$, $n_s = 748$ (bei $H = 2{,}44$ m) als der schnellläufigsten Propellerturbine, welche eine Zahlentafel a. a. O. nennt, deren Entwurf von möglichster Einschränkung der Kosten für den baulichen Teil geleitet wurde. Daher rührt der Ersatz der Einbauringe am Leitradboden und -Deckel und deren übliche Versteifung vermittelst Stützschaufeln durch einzelne stützschaufelähnliche Säulen in der Betonspirale.[1])

Eine Kurvendarstellung, wonach ein Vevey-Propeller mit $n_s = 600$ einer Voith-Propellerturbine gleichen n_s in Höhe und Verlauf der Wirkungsgradkurve überlegen ist, (90% max. gegen 89%) muß etwas angezweifelt werden, zumal keinerlei Daten über die verglichenen Turbinen genannt sind und die Nachprüfung, ob es sich um gleiche Abmessungen, Bauart und Einbauverhältnisse handelt, nicht möglich ist.

Aus den im Jahrg. 1924, H. 14, S. 242 bereits von uns wiedergegebenen Kurven Abb. 4 (Wirkungsgrade verschiedener Turbinenarten: Propeller, Francis und Kaplan) schließt der Berichterstatter, daß sie „die guten Eigenschaften der Kaplanturbinen ins rechte Licht setzen".

Auf der gleichen Tagung berichtete Forest Nagler über das „von ihm erfundene"[2]) System der Propellerturbinen,

[1]) Vgl. Power 1925, Bd. 62, Nr. 1, S. 4 und 1926, Bd. 63, Nr. 1, S. 22 mit Abb. des 6-flügeligen Propellerlaufrades.

[2]) Es ist erstaunlich, daß der Berichterstatter die alte amerikanische Beschönigung der Patent- und Ideenaneignung (vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 14, S. 261 und 262) so kritiklos übernimmt, obwohl er vorher selbst die Kaplanturbine hervorhebt!

Digitized by Google

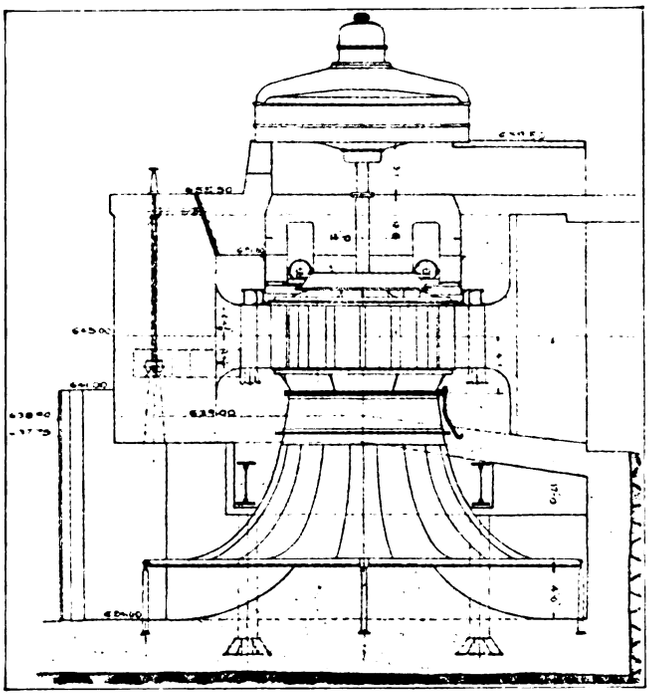


Abb. 2. Propellerturbine für 800 PS; H = 3,95; n = 80.

„gekennzeichnet durch wenige (im allg. 4) Schaufeln, die sich nicht überdecken" zwischen 0,56 bis 11 m Gefälle und n_s zwischen 400 und 1000. Wesentlich Neues wird darüber nicht gesagt, denn der Wirkungsgrad von 91% bei 4 m Laufraddurchmesser und n_s = 694 ist auch uns nicht mehr neu.

Bezüglich der Regler ist Nagler der Meinung, daß die ihnen zukommende Bedeutung sich vermindere durch die zweckmäßige Verbindung der Maschineneinheiten und Zusammenschließung der Kraftwerke. Darüber kann man aber auch anderer Meinung sein, besonders hinsichtlich Isodromregulierung zur Sicherstellung dauernd guten Parallelbleibens gekuppelter Kraftwerke.

Wertvoll erscheint noch das Zugeständnis Naglers, daß seine Firma (Allis Chalmers) sich zur Regel gesetzt habe, Propeller nicht über höchstens 10 m Gefälle zu verwenden; diese Regel wird offenbar diktiert von der mangelnden Beherrschung der damit zusammenhängenden Fragen. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß man bei Propellerturbinen bis zu 20 m Gefälle gehen kann.[3]) (W. 605). Rdl.

Inbetriebsetzung in Lilla-Edet. Das erste Aggregat des staatlichen Großkraftwerkes Lilla-Edet, eine Kaplan-Turbine für eine Normalleistung von 11 200 PS unter 6,5 m Gefälle mit 5,8 m Laufraddurchmesser wurde im Dezember erstmalig in Betrieb gesetzt. Es ergab sich eine Maximalleistung von 11 600 PS unter 5,6 m Gefälle. — Der normale Betriebsbeginn fand am 7. Januar statt. — Ueber die Anlage haben wir in dieser Zeitschrift 1924 Seite 277 bereits kurze Mitteilungen gebracht. (W. 682.)

Erhöhung des Wirkungsgrades von Zwillingsturbinen bei Teilbeaufschlagung. Anknüpfend an einen von Zuppinger früher gemachten Vorschlag, zur Verbesserung des Wirkungsgrades von Turbinen bei Teilbeaufschlagung die horizontale Zwillingsbauart mit getrennten Saugrohren und Absperrbarkeit jeder Hälfte anzuwenden, so daß je nach der vorhandenen Wassermenge die kleinere oder die größere oder beide Turbinen zusammenarbeiten und im ersteren Falle das eine Laufrad in der Luft mitläuft, berichtet Niethammer über einen ähnlichen Umbau. An einer vorhandenen Francis-Zwillings-Turbine für Maximal 1,7 m³/Sek. und 5,8 m Gefälle (entsprechend 100 PS), welche häufig aber nur für 25 PS Wasser hat, wurde seitens der Firma Maschinenbau AG., vormals Breitfeld, Danek u. Co. in Blansko, Mähren, folgende von ihm vorgeschlagene Lösung gewählt: Der Saugrohrdoppelkrümmer wurde durch eine Scheidewand geteilt und einer der beiden Leitapparate mittels einer Ringschütze vollständig absperrbar gemacht, die zugehörige Seite des Doppelkrümmers erhielt ein absperrbares Belüftungsrohr. Bei Niederwasser läuft diese eine Hälfte abgesperrt und bei geöffnetem Belüftungsrohr leer mit.

Die Leerlaufwassermenge von 320 l/Sek. der Zwillingsturbine wurde damit auf 160 l/Sek. herabgesetzt, der Wirkungsgrad betrug bei zwei Rädern und 95 PS 81,1%, bei 52 PS und dem einen abgesperrten Rad 81% ausschließlich Reglerantrieb. 75% Wirkungsgrad werden noch bei zirka 420 l/Sek. = 25% Beaufschlagung erreicht.

Zuppinger weist mit Recht darauf hin, daß sich diese Bauart bzw. der Umbau nach dieser Art insbesondere bei Hauben-Turbinen sehr gut eignet. (Bulletin des S.E.V. 1925, Nr. 11, Seite 613.) (W. 650.)

Druckluft für die Kontrolle von Wasserturbinen. Bei modernen Vertikalturbinen stößt die Kontrolle des Laufrades und anderer der Abnützung oder Bruchgefahr ausgesetzten Teile insofern auf Schwierigkeiten, als das Laufrad oft so tief sitzt, daß es zu Hochwasserzeiten unter dem Unterwasserspiegel liegt. Die bisher übliche Methode war, am Saugrohraustritt abzudämmen und das Wasser so weit auszupumpen, bis das Laufrad frei lag. Dazu waren bei großen Maschinen oft mehrere Tage nötig. In dem Kraftwerk La Gabelle der St. Maurice Power Compagnie wird zu diesem Zweck Druckluft angewendet. Vom Generatorflur aus ist das Spiralgehäuse durch einen gepanzerten Einsteigschacht zugänglich, an dessen oberem Ende eine zylindrische Luftglocke von 1430 mm Durchmesser und 2680 mm Höhe sitzt. Sie ist durch eine Tür von 612× 1530 mm verschließbar. Für luftdichte Einführung von Leitungen für Telephon-, Licht und Kraftzwecke ist gesorgt. Am unteren Ende des 4 m tiefen Schachtes, also an der Decke des Turbinengehäuses, ist eine nach unten aufgehende Falltür, deren Rahmen gegen den Boden der Luftglocke mit Spannschlössern verankert ist. Die Falltüre wird während des Betriebes durch den normalen Wasserdruck nach oben gepreßt.

Das Einsteigen geschieht nach dem Abschließen der Schützen durch die Tür der Luftglocke, dann wird dieselbe unter Druck gesetzt. Wenn das Wasser genügend tief gefallen ist, kann man in die Spirale hinuntersteigen. Die Rückkehr kann telephonisch angezeigt werden, worauf der Schleusenwärter, dem die Bedienung und Regulierung der Druckanlage übertragen ist, die Luftglocke soweit auspumpt, daß die Tür geöffnet werden kann. Durch den Deckel der

[3]) Englesson gibt 15 m an (Teknisk Tidskrift 1925, H. 33, Mekanik 8. — vgl. auch Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 409 (D. Thoma) und 421 (Kaplan).

Digitized by Google

Luftglocke können auch Gegenstände wie Werkzeug und Gerüstbalken eingebracht werden. Eine Spezialeinrichtung ermöglicht auch das öftere Aus- und Einsteigen, ohne daß die Druckluft aus dem Spiralgehäuse entlassen wird.

In diesem Fall ist dann der Schachtdeckel mit Luftventilen, sowie Telephon- und Lichtanschlüssen versehen. Durch das Ventil kann jeweils der Druck im Schacht dem in der Spirale angeglichen werden, so daß man aus dem Schacht in die Spirale treten kann und umgekehrt. Will man aus dem Schacht in den Generatorraum, so muß der Schachtdeckel und die darin befindlichen Ventile geschlossen werden, worauf zwischen Schacht und atmosphärischer Luft Komunikation hergestellt wird. Sl.

Reid. Power, 10. November 1925. (W. 653.)

Kurze Nachrichten.

Neues Talsperrenprojekt in Luxemburg. Nach der „Luxemburger Nationalzeitung" wurde ein neues Projekt zur Erbauung einer Riesentalsperre für Zwecke der Elektrizitätsversorgung aufgestellt, das begründete Aussichten für seine Verwirklichung hat. Der jetzt vorliegende und gutgeheißene zweite Entwurf sieht im wesentlichen folgendes vor: der große Stausee von 41 Kilometer Länge erstreckt sich zwischen Stolzemburg und Ouren und hat 1 bis 1½ km Breite. Die große Staumauer zwischen Stolzemburg und Biwels wird 106 m hoch und 86 m stark sein und 312 000 cbm Mauerwerk enthalten. Alle flußaufwärtsliegenden deutschen und luxemburgischen Gehöfte, Mühlen und Dörfer wie Stolzemburg, Ober- und Untereisenbach, Rodershausen, Gemünd und ein Teil von Dasburg werden in den Fluten dieses gewaltigen Stausees verschwinden. Diese Ortschaften sollen auf den Anhöhen neu erstehen. Ein zweiter kleiner Stauweiher wird etwas oberhalb Vianden angelegt. Ein mächtiges Pumpwerk befördert dessen Wasser wieder in den großen Stausee zurück. Our und Irsen liefern das zur Ausfüllung dieses Stausees nötige Wasser; doch ist auch ein Verbindungsstollen mit der Sauer geplant, welche nötigenfalls das fehlende Wasser liefern würde. Da der große Stausee alle zwischen Deutschland und Luxemburg bestehenden Straßenverbindungen zerstört, wird der Verkehr über die Staumauer und weiter aufwärts durch Dampfboote aufrecht erhalten. Auch soll von Irrel bis Biwels eine neue Eisenbahnlinie gebaut werden, wodurch die Eifelverbindungen weiter ausgebaut würden. — **Ausbau der Lahnwasserkräfte.** Die Elektrizitäts-A.-G. vorm. Lahmeyer & Co. beabsichtigt die Errichtung eines Elektrizitätswerkes zur Ausnützung der Lahnwasserkräfte. Die Baukosten sind auf 5 Mill. M. veranschlagt. Von der Gesellschaft werden 2 Mill. M. aufgebracht, das fehlende Kapital wird von den an der Gründung beteiligten Stellen (Preuß. Staatsbank, Bezirksverband, Mainkraftwerk) eventuell in Form von Anleihe aufgebracht werden.

Literatur

Eingegangene Bücher.

Feuerschutzblätter für Fabrikbetriebe. Fünf Aushängeblätter mit Anleitungen und Regeln für den Feuerschutz in Betrieben, herausgegeben von Branddirektor Stein, Magdeburg. DIN-Format A 4, zwei- und dreifarbig. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin. Preis je Blatt RM. —.25.

Die Elektrisierung Oesterreichs. Herausgegeben unter Mitwirkung des Oesterreichischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-Wirtschaftsamtes von der Wirtschafts-Zeitungs-Verlags-G. m. b. H., Wien. 115 S. mit vielen Abb. (Eine Denk- und Werbeschrift vornehmer Ausstattung mit einer Sammlung von Aufsätzen über die wirtschaftlichen, technischen und rechtlichen Fragen der österreichischen Wasserkraftnutzung, Leitungsplänen der großen Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen und einem interessanten Anhang von Firmenberichten über ausgeführte Anlagen und Maschinen.) Wien 1925, Wirtschafts-Zeitungs-Verlags-G. m. b. H.

Der Film in der Technik. Von R. Thun, Ingenieur. 286 S. mit 103 Abb., 1 Tafel u. 40 Zahlentafeln. — Berlin 1925, V. D. I.-Verlag. Preis geb. M. 12,—.

Niederschlag, Abfluß und Verdunstung des Weserquellgebietes. Von Karl Fischer. 68 S. m. 4 Abb. und 5 Tafeln. (Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, besondere Mitteilungen Bd. 4, Nr. 3). — Berlin 1925, E. S. Mittler & Sohn.

Nach allgemeinen Erörterungen über die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluß werden Niederschlags- und Abflußmengen sowie Verdunstung im Weserquellgebiet als ganzes untersucht und deren jährliches Verhalten betrachtet. Ebenso werden die einzelnen Gebiete der Werra, Fulda und Diemel einzeln untersucht, die Grundlagen zu den Ermittelungen angegeben und das Verhältnis der einzelnen Gewässer zur Weser erörtert. Die Ergebnisse sind in Tabellen, mehrfarbigen Niederschlagskarten und Kurven zusammengefaßt. Die sorgfältige Ausarbeitung ist ein wertvoller Beitrag zur Monographie der einzelnen Flußgebiete.

Wozu neue Stickstoffwerke auf Wasserkraft? Denkschrift der Unteren Isar A.G., München, vom Januar 1926 (Sonderabdruck aus „Die freie Donau" 1926, Heft 2).

Diese Denkschrift soll die in einem Teil der Tagespresse und aus Kreisen der Stickstoffindustrie geäußerten Widersprüche an Hand umfangreichen statistischen Materials und widerspruchslos gebliebener Veröffentlichungen von anderen Stellen über den Stickstoffbedarf widerlegen. Weiter wird eine Wirtschaftlichkeitsrechnung über die Verwendung der freien bayerischen Wasserkräfte zur Stickstofferzeugung aufgestellt und der Vergleich mit Stickstofferzeugung auf Kohle und Braunkohle gezogen; der Kokereibetrieb wird gleichwertig, der Braunkohlenbetrieb ohne Fracht etwas billiger gefunden; die Fracht gleicht den Unterschied aus. Volks- und energiewirtschaftliche Bedeutung des Wasserkraftbetriebes.

Niederschlagsmessungen in unbewohnten Hochlagen der bayer. Gebirge. (Veröffentlichungen der bayer. Landesstelle für Gewässerkunde). Von Oberregierungsrat Dr. J. Haeuser. München 1925, Bezugsverlag: Buchhandlung A. Buchholz, München. Preis M. 2.—.

Die dankenswerte Veröffentlichungsreihe der bayer. Landesstelle erhält eine wertvolle Bereicherung durch die Verarbeitung von 9 Beobachtungsstellen verschiedener Höhenlage (900 bis 2580 m ü. M.), wovon 7 über die bayer. Alpen, 1 im bayer. Wald und 1 im Fichtelgebirge liegen. Vorerst werden die bisherigen Erfahrungen mit solchen

Digitized by Google

Stationen veröffentlicht; die nähere Untersuchung der Abhängigkeit der Niederschläge von Höhenlage und Gelände soll später eingehend nach erweitertem Programm erfolgen. Vier Abbildungen der Apparate und zwei Niederschlagskurven veranschaulichen das Gesagte.

Der Hochwasserregen im bayer. Donau- und Bodenseegebiet in den Tagen vom 29. bis 31. Juli 1924 (Veröffentlichungen der bayer. Landesstelle für Gewässerkunde). Von Oberregierungsrat Dr. J. Haeuser. München 1925, Bezugsverlag: Buchhandlung A. Buchholz, München. Preis M. 6.—.

In Fortsetzung der im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift Seite 50 besprochenen Untersuchung wird auf 38 Seiten an Hand vieler Zahlentafeln Umfang und Entwicklung, sowie meteorologische Vorbedingungen dieses ausgedehnten Hochwasserregens untersucht und auf 5 Tafeln die Vorbereitung und zeitliche Wanderung des Regens dargestellt. Mit Interesse wird man die angekündigte Bearbeitung des Abflußvorganges erwarten.

Förteckning över Sveriges Vattenfall (Verzeichnis der schwed. Wasserkräfte). Von der königl. Wasserfallverwaltung und der staatl. meteorologisch-hydrograph. Anstalt.

Erschienene Blätter: 4. Kalixälv (2 Blätter). — 1 Torneälv. — 7. Råneälv. — 1. Torneälv. — 13. Piteälv. — 30. Oreälv. — 37. Nätraån. — 42. Ljungan. —

Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G.m.b.H. 1925, Heft 21/22. —

Inhalt: Obering. Regerbis: Die Spannungsverteilung an mehrteiligen Freileitungs-Isolatoren mit 26 Abbildungen. — Dr.-Ing. Marx: Die Abhängigkeit der Ueberschlagsspannung und Durchschlagsspannung von Isolatoren vom Spannungsverlauf, mit 9 Abbildungen. — Kurze Nachrichten. — Das Heft von 51 Seiten Umfang bereichert den theoretisch und praktisch wertvollen ausgewählten Inhalt dieser Hauszeitschrift, die rein wissenschaftlichen Charakter wahrt. bestens.

Buchbesprechungen

Grundzüge der technischen Wirtschafts-, Verwaltungs- und Verkehrslehre. Von E. Mattern, — Oberregierungs- und Baurat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin. — 350 Seiten mit 35 Abbildungen im Text und 24 Zahlentafeln. Verlag von Julius Springer, Berlin. Preis broschiert 18,— G.-M.

Mit dem vorliegenden Werk gibt Mattern, dessen technisch-literarische Produktivität staunenswert ist, dem Ingenieur ein unentbehrliches geistiges Rüstzeug an die Hand, das einem schon lange vorhandenen Bedürfnis abhelfen soll. Ausgehend von der Tatsache, daß Ingenieure für Fragen der Verwaltung, der Wirtschaft und des Verkehrs wenig Anteilnahme und oft nur geringes Verständnis zeigen und daher auch in hohen Verwaltungsstellen und im Parlament leider selten zu finden sind, will der Verfasser in seiner Schrift Anleitungen zu der bei den Hochschulen immer zu wenig beachteten Verwaltungs-, Staats- und Weltwirtschaftslehre geben. Es sind gewisse Bücher vorhanden über theoretische Volkswirtschaftslehre, Finanzwirtschaft, Verwaltungslehre und Verkehrspolitik, aber alle sind sie berechnet auf den Volkswirtschaftler und den juristischen Verwaltungsbeamten und für den Techniker vielfach zu theoretisierend allgemein und abstrakt gehalten.

Zunächst ist im Buche die Stellung des Ingenieurs in Staat, Verwaltung und Gesetzgebung behandelt. Daran schließt sich die Finanzwirtschaft, im besonderen im Bauwesen, in den Gewerben und in der Industrie. Die wirtschaftlichen Unternehmungs- und Betriebsformen in der Gütererzeugung, Fragen über die Stellung des Staates im Unternehmertum, internationale Wirtschaftspolitik bei Ingenieurunternehmungen, die Stellung des Handels in der Volkswirtschaft, die Durchführung, Organisation und wirtschaftliche Form eines Unternehmens und bei Bauausführungen, Verdingung und Vergebung werden in ihren Grundzügen erörtert. In weiteren Abschnitten finden sich Angaben über Grunderwerb, Erwerb von Berechtigungen, Grundwert, Genehmigungsverfahren bei wasserbaulichen, kraftwirtschaftlichen und Eisenbahnbau-Unternehmungen, über staatliche Wirtschaftspolitik, Wirtschaftlichkeit der Unternehmungen nach privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten, Ertragsberechnungen. Zwei Abschnitte bringen die technische Wirtschafts- und Betriebslehre und den Abschluß bildet ein Abriß der allgemeinen Verkehrslehre. Gesetz und Recht werden kurz dargelegt, soweit den Ingenieur diese Gebiete interessieren.

Dies alles kommt in dem Buche klar, übersichtlich und allgemein verständlich zum Ausdruck. Man verspürt sofort den praktischen über außerordentliches Wissen verfügenden Ingenieur. Der besondere Wert des Buches sowohl für den Lehrbetrieb als auch für den in der Praxis stehenden Ingenieur liegt in seiner Gestaltung auf die Gegenwart. (W. 665). Kra.

Die Organisation und Wirtschaft der Bayerischen Elektrizitätsversorgung nach dem Stand von 1925; Vortrag, gehalten im Fortbildungskurs für höhere Staatsverwaltungsbeamte von Oberregierungsrat Ernst Obpacher, Vorstandsmitglied der Bayernwerk A.G. am 22. Juni 1925. — Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde, München.

Der unter Beilage einer Karte der Bayerischen Elektrizitätsversorgung herausgegebene Vortrag hat über den Rahmen, in welchem er gehalten wurde, weit hinausgehend den Zweck einer allgemeinen Orientierung über den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung, deren Organisation und deren wirtschaftliche Grundlagen; insbesondere wird Wert auf die Darstellung der Mitwirkung der Behörden bei der Durchführung der einschlägigen Aufgaben gelegt. Die Stromversorgungsunternehmungen im einzelnen werden auch nach ihren wirtschaftlichen Zusammenhängen besprochen und die einheitliche Stromversorgung Bayerns und deren Hinausgreifen über die Grenzen erörtert. Das Heft bietet eine außerordentlich klare Uebersicht über das, was Bayern auf diesem Gebiet geleistet hat und was noch vor uns liegt. (W. 673a.)

Zeitschriftenschau.

Berichtigung.

In Heft 23/1925, Seite 389, ist ein bedauerlicher Druckfehler durch Fortlassung des Wortes „nicht" entstanden. Es muß heißen:

Energiewirtschaft. Vattenkraft och Angkraft. (Wasserkraft und Dampfkraft). Von Oberingenieur Velander. Teknisk Tidskrift, Elektroteknik, 1925, Nr. 9, Seite 145—152,

Digitized by Google

mit 4 Abbildungen. — (Untersuchung der Jahreskosten besteingerichteter Dampfkraftwerke im Vergleich mit Wasserkraftwerken abhängig von der Benutzungsdauer; Dampfwerke sind technisch und wirtschaftlich den Wasserkraftwerken mit Speicherung oder Dampfreserve nicht überlegen.)

Abwasserreinigung. Die Abwasserreinigungsanlage zu Troisdorf (Rhld.). Von Ing. W. Rademacher, Wiesbaden. „Ges.-Ing." 1925, 35. Heft, Seite 433 bis 435 mit 2 Abbildungen. — (Beitrag zur Beurteilung der getrennten Schlammbehandlung an Hand einwandfreien Materials über die seit 1916 im Betrieb befindliche Abwasserreinigungs- und Schlammaufbereitungsanlage Troisdorf.)

— Sickerbecken und sparsame Ortsentwässerung. Von Dr.-Ing. Imhoff, Essen-Ruhr. „Techn. Gemeindeblatt" 1925, Nr. 5, Seite 50—52 mit 8 Abbildungen. — (Besprechung von Sickerbeckenanlagen, die nur ein Viertel der Baukosten für eine gewöhnliche Absitzanlage beanspruchen. Angaben über die zweckmäßigste Anordnung.)

— Die Reinigung von Abwasser. „Teknisk Tidskrift" 1925, Heft 17, 11 Sp., 12 Abbildungen. — (Beschreibung von mechanischen und chemischen Reinigungsverfahren und Kläranlagen insbesondere solche aus England, z. B. Sheffield, Glasgow, Bolton und Manchester.)

— Allgemeines über Abwasserreinigung. Vorbemerkung zu Gutachten und Entwurf einer Kläranlage für die Stadt Zürich, erstattet von Dr.-Ing. Th. Heyd, Darmstadt. „Wasser und Gas" 1925, Nr. 19, Sp. 944—951. — (Erörterung von teilweise neuen Gedankengängen über Flußverunreinigungs- und Abwasserfragen.)

— Ueber die Veränderung des Rheinwassers durch die Düsseldorfer Abwässer. Aus dem Hygienischen Institut der Medizinischen Akademie in Düsseldorf. Von Dr. W. Bachmann und Dr. L. Fischer. „Ges.-Ing." 1925, Heft 43, Seite 549—552. — (Angaben über die Ergebnisse der Untersuchungen, die eine sinnlich wahrnehmbare Veränderung des Rheins durch die eingeleiteten Abwässer nicht erkennen ließen.)

Wasserbau. Außergewöhnliche Arbeiten an den Druckrohren der Wasserkraftanlage am White River. Engineering News Record, Nr. 11 v. 10. 9. 1925, Seite 422 mit 3 Abbildungen. — (Beim Anschluß einer 23 000 PS-Einheit an drei bestehende Druckrohre von der Puget Sound Power and Light Co., Wash., wurde das neue Rohr mit zwei Abzweigungen an die beiden am wenigsten belasteten Rohre angeschlossen; nach Herstellung der Vernietungen wurden die Oeffnungen in den bestehenden Rohren an den Abzweigstellen herausgeschnitten. Die Arbeiten wurden fast ohne jede Betriebsunterbrechung durchgeführt. Bemerkenswert ist auch die Ausbildung der eisernen Steigrohr-Wasserschlösser.)

— Die Oberwasser-Zuleitungen und Wasserschlösser von Wasserkraftanlagen. Von A. C. Le Génie Civil, Nr. 15 v. 10. 10. 25, Seite 308/10 mit 3 Abbildungen. — (Wiedergabe des von Eydoux u. Gona auf dem letzten Kongreß der „Weißen Kohle" in Grenoble gehaltenen Referates. Das Druckstollenproblem, die Frage der nötigen Ueberlastung, der zweckmäßigen Auskleidung und Dichtung, Wasserschloß-Ausbildung, nach dem Vorschlag von Neyret-Beylier u. Piccard-Pictet, bei der das Wasser in einem geschlossenen — nur mit einem nach unten offenen Ansatz versehenen — Querschnitt durch das Wasserschloß hindurch geführt wird, wodurch der Verlust der Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$ vermieden wird.)

— Beiträge zum Problem der Abdichtung von Druckstollen. Von Ing. Feller. — Schweiz. Bauzeitung, 1925, Bd. 86, Heft 18, Seite 217—220 mit 9 Abb. — (Dichten von Stollen durch Lehm- oder Ton-Auftragung von Hand; Rekonstruktion durchlässiger Stollen; Dichtung von Steigschächten. Kontrolle des Verhaltens von Stollen durch Drainagen.)

— Bekämpfung der Sohlenauskolkung bei Wehren durch Zahnschwellen. Von Prof. Dr.-Ing. Rehbock. — Z. d. V. d. I., 1925, Heft 44, Seite 1382—1386 mit 11 Abbildungen. — (Einfluß der Deck- und Grundwalzenbildung; Wesen der Zahnschwelle; Ergebnisse mit Zahnschwelle beim Entlastungsbauwerk Friedland im Modell und in der Natur bei langdauerndem Hochwasser; Modellversuche für ein Wehr im Niluferkanal. Erfolg systematischer Versuche.)

— Der Bau des Wanaque-Erdstaudamms mittels Band-Förderern. Engineering News Record Vol. 95 Nr. 7 v. 13. 8. 25, S. 252/58 mit 13 Abbildungen. (Beschreibung der Baustelleneinrichtung und der Bauausführung dieses in New Jersey gelegenen 24 m hohen Dammes. Antransport der Aushubmassen von der Gewinnungsstelle und Einbringen geschah nur mittels Band-Förderern von 4 km Gesamtlänge und bis zu 25% Steigerung.

— Graben-Aushubmaschinen. Engineering News Record Vol. 95, Nr. 7 v. 13. 8. 25, Seite 284/86 mit 14 Abb. — (Ueberblick über die Entwicklung und die neuesten in Amerika gebräuchlichen Graben-Aushubmaschinen der verschiedensten Systeme.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 10. Februar 1926.

60, 15. N. 24 676. Fritz Neumeyer, Akt.-Ges., München-Freimann. Steuerung für Doppel-Servomotoren von Kraftmaschinenreglern. 9. 6. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 17. Februar 1926.

59b, 3. A. 43 961. Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Achsialdruckausgleich einer Kreiselpumpe für gasförmige oder flüssige Mittel. 17. 1. 25.

84d, 2. B. 118 380. Friedrich Brennecke, Borna bei Leipzig. Bolzenschmierung für Eimerbaggerketten; Zus. z. Pat. 415 457. 23. 2. 25.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unseres Blattes liegt ein Prospekt der Firma BOPP & REUTHER, MANNHEIM bei, auf welchen wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 4 **München, 15. Februar 1926** **21. Jahrgang**

Wasserlaufanteil, Stauwerkanlage und Ufergrundstück.

Von Dr. Werneburg, Berlin-Schöneberg.

Bei der Veräußerung von Ufergrundstücken kommt für die mit der Frage des Eigentumsüberganges an Grundstücken zusammenhängende Frage des rechtlichen Schicksales des daran angrenzenden Wasserlaufes zunächst in Betracht, ob der angrenzende Wasserlauf ein solcher erster, zweiter oder dritter Ordnung ist.

Ist der an dem veräußerten oder zu veräußernden Grundstück vorbeifließende Wasserlauf ein solcher erster Ordnung, so bietet die ganze Frage keine Schwierigkeiten, da nach der gesetzlichen Bestimmung des § 7 des pr. W G. das Eigentum an den Wasserläufen erster Ordnung dem Staate zusteht. Grenzt also das Ufergrundstück an einen Wasserlauf erster Ordnung, so bildet das Ufer des Wasserlaufes auch die natürliche Grenze des Ufergrundstücks und das Eigentum an dem Ufergrundstück geht nur in dieser Begrenzung auf den Erwerber des Grundstücks über; das Flußbett, d. h. die mit dem Wasserlauf erster Ordnung bedeckte Erdfläche ist Eigentum des Staates zugleich mit dem darüber befindlichen Wasser, so daß privatrechtliches Eigentum hiervon überhaupt nicht in Frage kommen kann. Anders und wesentlich vielseitiger liegt die Sache hingegen, wenn das zu veräußernde Ufergrundstück an einen Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung grenzt, da an derartigen Wasserläufen ausschließlich zivilrechtliches Eigentum in Frage kommt. Nach dem für diese privatrechtliche Eigentumsfrage maßgebenden § 8 W G. soll nämlich das Eigentum an diesen Wasserläufen zweiter und dritter Ordnung den Eigentümern der Ufergrundstücke, den Anliegern, anteilig zustehen, vorbehaltlich der Bestimmung des § 9 W G.; letzteres bedeutet, daß, soweit bei Inkrafttreten des Wassergesetzes das Eigentum an Wasserläufen zweiter oder dritter Ordnung einem anderen als den Anliegern zusteht, es mit dem bisherigen Inhalt aufrecht erhalten bleiben soll (diese Fälle sollen hier außer Betracht bleiben).

Es soll also nach dieser Bestimmung des § 8 W G. den Eigentümern der Ufergrundstücke das Eigentum an dem Wasserlaufe zweiter oder dritter Ordnung anteilig zustehen, wobei noch besonders hervorzuheben ist, daß der Begriff des Wasserlaufes das Wasser und das Bett des Wasserlaufes, d. h. die mit Wasser bedeckte Erdoberfläche umfaßt, beide jedoch als Wort „Wasserlauf" als einheitlicher Rechtsgegenstand zu behandeln sind (Kom. B. A. H., S. 17).

Wenn nun das Gesetz den Anliegern des Wasserlaufes zweiter oder dritter Ordnung das Eigentum an dem Wasserlaufe — d. h. also an Bett nebst Wasser — anteilig zuweist, so muß es dementsprechend auch die Eigentumsgrenzen festsetzen, damit jeder Anlieger weiß, welcher Anteil ihm an selbigem zustehen soll. Das Gesetz unterscheidet bei dieser Grenzbestimmung entsprechend der Natur der Sache erstens den Fall, daß die Ufergrundstücke einander gegenüber und zweitens den Fall, daß sie nebeneinander liegen.

Die Eigentumsgrenzen werden nämlich für einander gegenüberliegende Ufergrundstücke gemäß § 8 Abs. 1 Ziff. 1 W G. bestimmt durch eine Linie, die, in der Stromrichtung des Wasserlaufes laufend, die Mitte des Wasserlaufes bei gewöhnlichem Wasserstande innehält; für nebeneinanderliegende Ufergrundstücke wird die Eigentumsgrenze gemäß Ziffer 2 bestimmt durch eine vom Schnittpunkte ihrer Grenzlinie zu ziehende Linie. Die Uferlinie, d. h. die Grenze zwischen dem Wasserlaufe und dem Ufergrundstück, wird gemäß § 12 W G. durch die Grenze des Graswuchses und, soweit diese über dem gewöhnlichen Wasserstande liegt, durch diesen bestimmt. Entsprechend dem Letztgesagten gehört also zu jedem Grundstück, das an einen Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung grenzt, grundsätzlich ein Wasserlaufsanteil dieses vorbeifließenden Wasserlaufes; die Grenzen dieses Wasserlaufsanteiles werden gebildet einerseits durch die Mitte des Wasserlaufes und senkrecht hierzu von dem Schnittpunkte der Ufergrenze zu ziehende Linien. Das Eigentum an diesem Teile des Wasserlaufes zweiter oder dritter Ordnung (Wasserlaufsanteils), also sowohl das an diesem Ausschnitte der mit Wasser bedeckten Grundstücksfläche als auch an dem darüber befindlichen Wasser des Wasserlaufes, steht dem Eigentümer des Ufergrundstücks zu.

Es entsteht nunmehr die Frage, welche rechtliche Natur diesem Wasserlaufanteile des Anliegers zukommt. Absatz 5 des § 8 WG. bestimmt in dieser Beziehung, daß der Anteil des Anliegers am Wasserlaufe Bestandteil des Ufergrundstücks ist. Hierzu wird in der Begründung des Gesetzes (S. 60/61) folgendes näher ausgeführt: Der Entwurf binde den Eigentümer eines Wasserlaufes in der Verfügung über das Eigentumsrecht an keinerlei Schranken. Soweit Wasserläufe erster Ordnung in Betracht kämen, bedürfe dies keiner besonderen Begründung. Dagegen sei erwogen worden, ob nicht das den Anliegern als solchen an den Wasserläufen zustehende Eigentum untrennbar mit dem Ufergrundstück zu verbinden sei. Die Gründe, die für eine so tiefgreifende Beschränkung des Eigentumsrechtes angeführt werden könnten, seien jedoch nicht überzeugend. Insbesondere sei eine solche der grundsätzlichen Freiheit des Eigentumes widerstrebende Maßnahme weder notwendig noch geeignet, um einer unerwünschten Monopolisierung der Wasserschätze vorzubeugen und für den Eigentümer die Möglichkeit einer Spekulation mit dem Eigentum an dem Wasserlaufe auszuschließen. Abgesehen davon, daß durch Mitverkauf eines schmalen Uferstreifens der Anlieger die Vorschriften über die Untrennbarkeit des Eigentums vom Ufergrundstück leicht würde umgehen können, sei nicht einzusehen, weshalb der Grundbesitzer verhindert werden solle, die auf seinem Grundstück befindliche Wohlstandsquelle, wenn dies in unschädlicher Weise geschehen könne, so gut als möglich auszunutzen. Dies werde der Entwicklung der Wasserwirtschaft vielmehr eher förderlich als schädlich sein. Die getrennte Veräußerung und Belastung des Eigentumes solle daher auch hinsichtlich der im Eigentume der Anlieger stehenden Wasserläufe zulässig sein.

Aus diesen Ausführungen der Begründung ergibt sich mit unzweifelhafter Deutlichkeit, daß der Wasserlaufsanteil eines Ufergrundstücks nicht wesentlicher Bestandteil des Ufergrundstücks im Sinne der Bestimmung des § 95 des bürgerlichen Gesetzbuchs, sondern lediglich Bestandteil, und zwar nicht wesentlicher Bestandteil, des Ufergrundstücks ist; denn wesentliche Bestandteile einer Sache im Sinne des § 95 BGB. sind nur solche Bestandteile einer Sache, die von einander nicht getrennt werden können, ohne daß

Digitized by Google

der eine oder andere zerstört oder wesentlich verändert wird; sie können nach dieser Bestimmung nicht Gegenstand besonderer Rechte sein. Da aber eben nach der Gesetzesbegründung (s. oben) gerade die getrennte Veräußerung und Belastung auch des im Eigentume des Anliegers stehenden Wasserlaufanteiles zulässig sein soll, der Wasserlaufsanteil demgemäß Gegenstand besonderer Rechte — Eigentumsrechte usw. — sein kann, so folgt daraus mit zwingender Notwendigkeit, daß er nicht wesentlicher Bestandteil ist. Steht also zum Beispiel das Ufergrundstück x im Eigentum des A, so gehört zu diesem Ufergrundstück auch der Wasserlaufsanteil des vorbeifließenden Wasserlaufes zweiter oder dritter Ordnung, der in der oben gekennzeichneten Begrenzung mit bezeichnet werden soll. A kann nun, wenn er das will, sein Ufergrundstück an B, den Wasserlaufsanteil des Ufergrundstücks y, der ebenfalls in seinem Eigentum steht, an C veräußern, so daß also nach erfolgter Veräußerung B Eigentümer lediglich des Ufergrundstücke x ist, während der hierzu gehörige Wasserlaufsanteil y im Eigentum des C steht; dasselbe gilt natürlich auch für die Belastung mit Hypotheken, Grundschulden und anderen dinglichen Rechten.

Es soll nunmehr der weiter mögliche Fall behandelt werden, daß der Eigentümer A des Ufergrundstücks x dieses an B veräußert, ohne daß der zum Grundstück x gehörige Wasserlaufsanteil y irgendwie von den Parteien des Verkaufsvertrages erwähnt oder in dem Veräußerungsvertrage, der der gerichtlichen oder notariellen Form bedarf, hervorgehoben worden ist. Bei dieser Sachlage entsteht nämlich die Frage, ob der Wasserlaufsanteil y das rechtliche Schicksal des Ufergrundstücks x ohne weiteres teilt, so daß also, wenn diese Frage zu bejahen wäre, der Erwerber B mit dem Erwerbe des Eigentumes an dem Grundstück x auch ohne weiteres das Eigentum an dem Wasserlaufsanteil y erwerben würde. Die Entscheidung dieser Frage folgt ohne weiteres aus der oben gekennzeichneten Eigenschaft des Wasserlaufsanteiles y als Bestandteil des Ufergrundstückes x; denn kraft seiner Bestandteilseigenschaft teilt der Wasserlaufsanteil das rechtliche Schicksal des als Hauptsache geltenden Ufergrundstücks x, wie ohne weiteres aus der Bedeutung des Wortes Bestandteil erhellt. Aus der Bestandteilseigenschaft, so heißt es nämlich hierzu zutreffend in der Begründung (S. 61), folgt, daß der Wasserlaufsanteil — hier y — unbeschadet der Zulässigkeit getrennter Veräußerung sowohl des Ufergrundstücks als auch des Wasserlaufs, mangels einer dahingehenden besonderen Vereinbarung bei einer Veräußerung des Ufergrundstücks (hier x) dessen rechtliches Schicksal teilt, daß also das Eigentum am Wasserlaufe auf den Erwerber des Ufergrundstücks — hier auf B — übergeht. Das wird im Zweifel auch dem Vertragswillen der Parteien des Veräußerungsvertrages bei Veräußerung des Ufergrundstücks entsprechen. Falls also bezüglich des Wasserlaufsanteiles y in dem Veräußerungvertrage zwischen A und B keine besondere ausdrückliche Bestimmung wegen der Wasserlaufsanteilsstrecke y getroffen worden ist, geht demgemäß kraft des zu unterstellenden Parteiwillens mit dem Eigentum an dem Ufergrundstücksanteil x auch das Eigentum an der dazugehörigen Wasserlaufsstrecke y auf den Erwerber B über, so daß nach erfolgter Grundstücksauflassung und grundbuchmäßiger Eintragung des B nunmehr dieser vollkommen an die Stelle von A getreten ist, also Eigentümer des Ufergrundstücks x nebst der dazugehörigen Wasserlaufsstrecke y geworden ist. Daß dieses Ergebnis als das naturgemäße und zweckmäßige zu gelten hat, liegt auf der Hand und bedarf keiner näheren Erörterung.

Andererseits folgt aus dem Gesagten, daß der Veräußerer und bisherige Eigentümer A des Ufergrundstückteiles sich sein Eigentumsrecht an der Wasserlaufstrecke auch bei der Veräußerung des Ufergrundstücks vorbehalten kann, wozu er nach dem Gesagten jedoch einer ausdrücklichen diesbezüglichen Erklärung dem Erwerber gegenüber bedarf. Ein Interesse an einem derartigen Ausschlusse der Wasserlaufstrecke von dem Eigentumsübergang an dem Ufergrundstück auf den Erwerber wird der Veräußerer regelmäßig und insbesondere dann haben, wenn er ein Stauwerk an seiner Wasserlaufsanteilstrecke zur Ausnutzung der Wasserkraft errichtet hat und unterhält. Das Bestehen einer derartigen Stauanlage kann jedoch m. E. bei Veräußerung des Ufergrundstückteiles ohne Erwähnung des Wasserlaufsanteiles in dem Veräußerungsvertrage nicht dazu führen, daß man als Vertragswillen den Ausschluß dieses Wasserlaufsanteiles von der Veräußerung annehmen müßte, insbesondere dann nicht, wenn der Wert der Stauanlage in dem Verkaufspreise des Grundstückteiles mitberücksichtigt bzw. miteingerechnet worden ist; denn bei einer derartigen Mitberücksichtigung des Wertes der Stauanlage in dem Grundstückskaufpreise ist anzunehmen, daß der Wasserlaufsanteil als Bestandteil des Grundstücks mit zur Veräußerung gelangen solle, andernfalls die Stauanlage für den Erwerber regelmäßig keinen Wert haben würde.

Wegen des Staurechtes ist nämlich auf § 40 WG. hinzuweisen, aus dem sich ergibt, daß einerseits das Eigentum an Wasserläufen ein privatrechtliches Eigentum in vollem Umfange ist, anderseits das Staurecht ein privatrechtliches Recht an diesem Wasserlaufe darstellt, das sich aus dem Eigentume an dem Wasserlaufe ohne weiteres ergibt. Nach Holtz-Kreutz (§ 40 Anm. 1 Kommentar zum pr. Wassergesetz) ist dieses dem Eigentümer als solchem zustehende Benutzungsrecht jedoch kein frei veräußerliches Vermögensrecht (im Gegensatze zu dem durch Verleihung erworbenen Benutzungsrecht — ein solches kommt hier nicht in Betracht - - und dem Zwangsrecht) und soll grundsätzlich nicht ohne das Eigentum an dem Wasserlauf auf einen anderen übertragen werden können, es sei denn, daß es nach § 86 WG. sichergestellt ist. Diesem Grundsatz, daß also das Staurecht als mit dem Eigentum an dem Wasserlauf verbundenes (d. h. aus diesem Eigentum an dem Wasserlauf ohne weiteres sich ergebende) Recht nur zusammen mit dem Wasserlaufsanteil veräußert werden kann, ist m. E. beizustimmen; es gilt hier dasselbe, was oben zu dem Verhältnis zwischen dem Ufergrundstück und dem dazu gehörigen Wasserlaufsanteil gesagt wurde, nämlich, daß ersteres Hauptsache, letzterer Bestandteil dieser Hauptsache ist. Wenn also in dem oben erwähnten Beispiel der Veräußerer und bisherige Eigentümer A des Ufergrundstücks x das Ufergrundstück an B veräußert, so fällt unter diese Veräußerung und den Eigentumserwerb des B nicht nur dieses Grundstück x, sondern auch, falls nicht etwa Gegenteiliges zwischen A und B ausdrücklich vereinbart wurde, auch der dazugehörige (begrenzte) Wasserlaufsanteil y; damit geht aber auch das Recht zur Benutzung dieser Wasserlaufsstrecke auf B über, insbesondere also das Recht zur Stauung des Wasserlaufes, so daß also mit anderen Worten B vollkommen in die frühere Rechtsstellung des A eintritt. (Die Bestimmung des § 86 WG. schafft die Möglichkeit, das Wasserbenutzungsrecht durch Beschluß der Verleihungsbehörde sicherstellen zu lassen, wodurch das so sichergestellte Recht einem verliehenen Recht gleichsteht; im Wege der Verleihung kann nämlich der Eigentümer des Wasserlaufes die ihm unbequemen Schranken der §§ 41, 44 WG. zum Wegfall bringen, so daß bei Verleihung sein Wasserbenutzungsrecht einen erweiterten Inhalt bekommt.) Hierzu bemerkenswert sind die Ausführungen der Begründung, in denen darauf hingewiesen wird, daß bei einer getrennten Veräußerung des Wasserlaufes (siehe oben) der Eigentümer nicht mehr Rechte übertragen könne, als er selber habe. Wolle der Erwerber über die dem Eigentümer als solchem zustehenden Rechte zur Benutzung des Wasserlaufes hinaus diesen in einer Weise benutzen, die den Vorschriften der §§ 41 ff zuwiderlaufe, so bedürfe es der Verleihung. Dem ist selbstverständlich beizustimmen, da der Erwerber in bezug auf das Staurecht vollkommen in die Rechtsstellung seines Rechtsvorgängers, des Veräußerers A, eintritt; wenn aber dieser den Weg der Verleihung beschreiten muß, so gilt dasselbe natürlich auch für den Rechtsnachfolger. Für das Staurecht, d. h. das Recht, durch Hemmung des Wasserlaufes eine dauernde Ansammlung von Wasser herbeizuführen, kommt übrigens eine Erweiterung regelmäßig nicht in Betracht, so daß eine Verleihung in der Regel nicht in Frage kommt; das Staurecht ergibt sich eben, wie bemerkt, schon ohne weiteres aus dem Eigentum an dem Wasserlaufsanteil.

Es wurde bereits oben ausgeführt, daß eine getrennte

Digitized by Google

Veräußerung des Ufergrundstücks und des dazu als Bestandteil gehörigen Wasserlaufsanteiles an sich rechtlich möglich ist, da der Wasserlaufsanteil lediglich (nichtwesentlicher) Bestandteil des Ufergrundstücks ist. Diese getrennte Veräußerung am Eigentume des Wasserlaufes wird,wie in der Begründung zutreffend hervorgehoben wird, nur in seltenen Fällen praktisch werden; Holtz-Kreutz (S. 62) weisen hierzu darauf hin, daß die getrennte Veräußerung wohl nur in der Weise vorkommen würde, daß der Anlieger auf der einen Seite von dem Eigentümer des gegenüberliegenden Ufergrundstücks dessen Anteil am Wasserlauf erwirbt, um über diesen in seiner ganzen Breite verfügen zu können. Aus der Bestandteilseigenschaft des Wasserlaufes zu dem in Betracht kommenden Ufergrundstückes des Anliegers ergeben sich auch hinsichtlich der Belastung mit dinglichen Rechten, namentlich Hypotheken, wichtige Folgerungen insofern, als die das Ufergrundstück belastenden dinglichen Rechte sich kraft Gesetzes auch auf den Wasserlaufsanteil erstrecken. Dieser kraft Gesetzes eintretende Erfolg kann nur durch eine entsprechende anderweitige Vereinbarung der Parteien des Belastungsvertrages ausgeschlossen werden, eine alleinige Erklärung des Eigentümers des Ufergrundstückes genügt nicht. Was die grundbuchmäßige Rechtslage anbetrifft, so ergibt sich für die gedachten Fälle, daß das Ufergrundstück im Grundbuch eingetragen steht, während das in bezug des als Bestandteil geltenden Wasserlaufsanteiles, d. h. der mit Wasser bedeckten Grundstücksfläche, nicht der Fall ist. Um die hierdurch entstehenden Schwierigkeiten auszuräumen, bestimmt der § 15 WG., daß der Wasserlauf im Grundbuch eingetragen werden k a n n, jedoch nur auf Antrag des Eigentümers oder eines Berechtigten. Nach Absatz 2 dieser Bestimmung ist, wenn die Eintragung des dem Anlieger gehörenden Anteiles an einem Wasserlaufe beantragt wird, dieser im Grundbuch nach den Grundsteuerbüchern, falls er aber in diesem nicht bezeichnet ist, nur als Anteil an dem Wasserlaufe zu bezeichnen. Nach Holtz-Kreutz (§ 15 Anm. 1) soll eine Verfügung des Eigentümers über den Wasserlauf oder einen Wasserlaufsanteil für sich allein erst nach vorgängiger Eintragung dieser im Grundbuch zulässig sein, weil der Wasserlauf ein Grundstück ist und daher mangels einer anderweitigen landesgesetzlichen Vorschrift nur nach den Bestimmungen des bürgerlichen Rechtes — §§ 857 BGB. — über ihn verfügt werden kann. Dagegen bedarf es nach diesen Autoren der Eintragung nicht, wenn über einen Wasserlauf 2. oder 3. Ordnung nur zusammen mit dem zugehörigen Ufergrundstück als Bestandteil verfügt werden soll.

Diesen Ausführungen wird man mit Rücksicht auf die Grundstücksnatur des Wasserlaufes 2. oder 3. Ordnung bzw. Wasserlaufsanteiles (der mit Wasser bedeckten Grundstücksfläche) zustimmen müssen. Wie Güthe a. a. O. zutreffend ausführt, folgt aus der Grundstücksnatur der Wasserläufe 2. oder 3. Ordnung, daß sich die Anlegung der Grundbücher für sie und die Wasserlaufanteile grundsätzlich nach den Bestimmungen richtet, die das geltende Recht für die Anlegung von Grundbuchblättern für Grundstücke gibt. Es sind nach ihm zwei Fälle zu unterscheiden, einmal der Fall, daß der Wasserlaufanteil gemäß § 8 Abs. 5 als Bestandteil des Ufergrundstücks zu buchen ist, und zweitens der Fall, daß der Eigentümer des Ufergrundstücks die selbständige Buchung des Wasserlaufsanteiles beantragt. Im ersten Falle wird auf dem Blatte des Ufergrundstücks der Wasserlaufanteil unter einer besonderen Nummer in die Spalten 1 bis 10 des Bestandsverzeichnisses, bei den in den Steuerbüchern nicht verzeichneten Wasserlaufsanteilen in Spalte 1 und 7, eingetragen. Nach der Eintragung des Wasserlaufsanteiles sind die sich auf diese Eintragungen beziehenden Vermerke in Spalte 1 bis 10 des Bestandsverzeichnisses rot zu unterstreichen.

Das durch die Zuschreibung neu entstandene Grundstück ist unter einer neuen laufenden Nummer des Bestandsverzeichnisses einzutragen, neben dieser Nummer ist in Spalte 2 auf die bisherigen laufenden Nummern der beteiligten Grundstücke zu verweisen; in Spalte 12 ist die Anlegung des Grundbuchs für den Wasserlaufanteil sowie dessen Zuschreibung als Bestandteil 1 zu dem Ufergrundstück zu vermerken. In dem zweiten Falle beantragt der Eigentümer des Ufergrundstücks die selbständige Buchung des Wasserlaufsanteiles, wobei die Gestaltung darin besteht, daß der Eigentümer das zu einem einheitlichen Grundstück gewordene Ufer- und Wasserland in zwei Teile zerlegt, wodurch die Bestandteilseigenschaft des Wasserlaufsanteiles beseitigt wird (vgl. oben und Begründung S. 68). In der Begründung wird hierzu ausgeführt: Das Gesetz gestattet aber auch, daß der Wasserlaufanteil auf Antrag als selbständiges Grundstück, sei es auf demselben Grundbuchblatt mit dem Ufergrundstück, sei es auf einem besonderen Blatt, eingetragen wird. Ob die eine oder die andere Form der Eintragung gewählt wird, ist für den Fall einer getrennten Veräußerung oder getrennten Belastung des Wasserlaufsanteiles von Bedeutung. Beides läßt sich ohne weiteres im Grundbuch vermerken, wenn der Anteil als selbständiges Grundstück unter eigener Nummer eingetragen ist. Andernfalls — wenn der Wasserlaufanteil einen Teil des aus dem Ufergrundstück und Wasserlauf bestehenden Gesamtgrundstücks bildet — muß im Falle der getrennten Veräußerung der Wasserlaufanteil zum Zwecke der Abschreibung und Buchung als selbständiges Grundstück vermessen und kartiert werden. (W. 305.)

Amerika und wir.

Von Dipl.-Ing. S c h i l h a n s l, München.

Betrachtungen über den Vortrag von H. B. Taylor, U. S. A. in Wembley.

In der Lehre von den Wasserkraftmaschinen treten mehr Veränderliche auf, als sie Gleichungen dafür zu entwickeln vermag. Erst muß über eine Reihe von Veränderlichen eine Wahl getroffen werden, ehe die übrigen aus den Fundamentalsätzen der Mechanik berechnet werden. Dabei hat man nicht vollkommen freie Hand, sondern ist an gewisse Erfahrungswerte gebunden. Hält man sich an diese und macht im übrigen alles richtig, so kann man bei Neukonstruktionen nicht allzusehr fehl gehen. Sie sind überall da wichtig, wo die Frage nach dem Wirkungsgrad eine Rolle spielt. Es ist auch denkbar, Erfahrungswerte auf anderen Gesichtspunkten aufzubauen. Teilweise gelingt es auch, die Wahl der freien Veränderlichen dadurch zu treffen, daß man eine Beziehung zwischen ihnen sucht, durch welche irgendeine Maximums- oder Minimumsbedingung erfüllt wird. In der Regel stimmen so erhaltene Werte mit den bisher bekannten Erfahrungswerten ziemlich gut überein.

Es sei beispielsweise ein Laufrad von bestimmter Schnellläufigkeit n_s zu entwerfen; nun ist

$$n_s = n_1 \sqrt{Q_1}\,\frac{\varepsilon}{75} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

Hier ist zunächst eine Verfügung über das Verhältnis der auf 1 Meter Gefälle bezogenen Schluckfähigkeit Q_1 zu der auf 1 m Gefälle bezogenen Drehzahl n_1 zu treffen bzw. über das Verhältnis von Umfangsgeschwindigkeit u_1 zur Durchflußgeschwindigkeit c_{m1}. Bei dieser Wahl kann man von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen. Soll das zu entwerfende Rad einen möglichst günstigen Kavitationsbeiwert s haben, so wird man folgendermaßen ansetzen:

Digitized by Google

$$s \quad (1+K\zeta_A)\frac{w_{1\infty}^2}{2g} - \frac{w_{11}^2 - c_{11}^2}{2g} - 1 \quad \ldots (2)$$

in dieser Gleichung bedeutet:

K einen Beiwert für das Verhältnis vom tiefsten Unterdruck zum mittleren Schaufeldruck,
ζ_A den halben Auftriebsbeiwert c_a;
$w_{1\infty}$ die halbe geometrische Summe der Relativgeschwindigkeiten im Ein- und Austritt,
w_{11} die Relativgeschwindigkeit im Eintritt,
c_{11} die Absolutgeschwindigkeit im Eintritt,
g die Erdbeschleunigung,
ε den Wirkungsgrad.

Diese Gleichung geht durch eine Umformung aus der zuerst von Bauersfeld (Z. d. V. d. I. 1922, Heft 19 und 21) angegebenen hervor. In ihr hat man alle Geschwindigkeiten in u_1 und c_{m1} auszudrücken und dann entsprechend Gleichung 1)

$$c_{m1} \quad \alpha\left(\frac{n_s}{u_1}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

einzuführen, worin α ein aus Gleichung 1) zu ermittelnder Proportionalitätsfaktor ist. Man bekommt für einen Zylinderschnitt durch eine Axialturbine:

$$s \quad \frac{1+K\zeta_A}{2g}\left[\left(\frac{2u_1^2-\varepsilon g}{2u_1}\right)^2 + \alpha^2\left(\frac{n_s}{u_1}\right)^4\right] - \frac{u_1^2}{2g} - 1 + \varepsilon \quad (4)$$

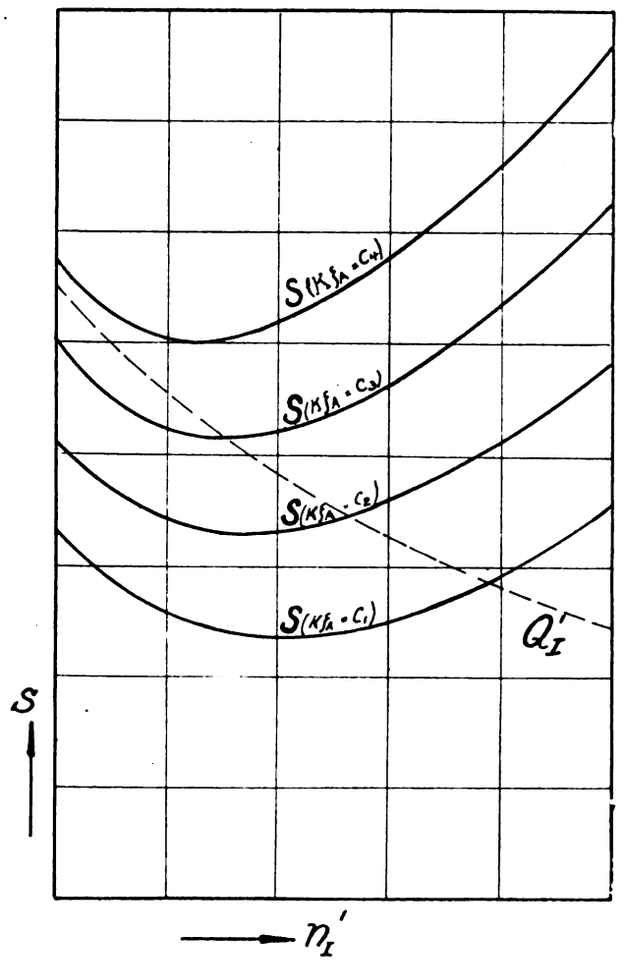


Abb. 1. Kavitationsbeiwert bei verschiedenem $\frac{c_{m1}}{u_1}$ und konstantem n_s

Differenziert man diese Gleichung nach u_1 und setzt dann $\frac{ds}{du_1} = 0$, so bekommt man dasjenige u_1 als Funktion von n_s und $K\zeta_A$, für welches s ein Minimum wird. Nach Umrechnung dieser Werte auf die Größe n_1 und Q^1 kann man dann beispielsweise ein Diagramm gemäß Abbildung 1 aufzeichnen, wo s für verschiedene Werte n_1 bei konstantem n_s aufgetragen ist. Die Wassermengen sind gestrichelt eingezeichnet. Man findet das jeweils zugehörige Q indem man von s_{min} eine Senkrechte zur Abszissenachse legt und sie zum Schnitt mit der Wassermengenlinie bringt. Die günstigsten Kavitationsbeiwerte liegen bei verhältnismäßig hohen Schluckfähigkeiten, was schon früher F. Staufer (Hohlraumbildung bei Francis-, Propeller- und Kaplanturbinen, Heft 14, Jahrgang 1925 dieser Zeitschrift Abb. 10) festgestellt hat.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß man dasjenige Verhältnis $\frac{c_{m1}}{u_1}$ sucht, bei welchem der Wirkungsgrad am höchsten wird. Hier hat man den Punkt zu suchen, bei dem die Summe der Verluste im Leitapparat, an den Laufradschaufeln und im Laufradspalt, im Saugrohr und am Saugrohraustritt einen Kleinstwert annimmt. Die beiden letzteren verschwinden für Q_1 gleich O. Die Schaufelverluste $1-\eta$ können nach der von Bauersfeld (siehe oben) angegebenen Gleichung

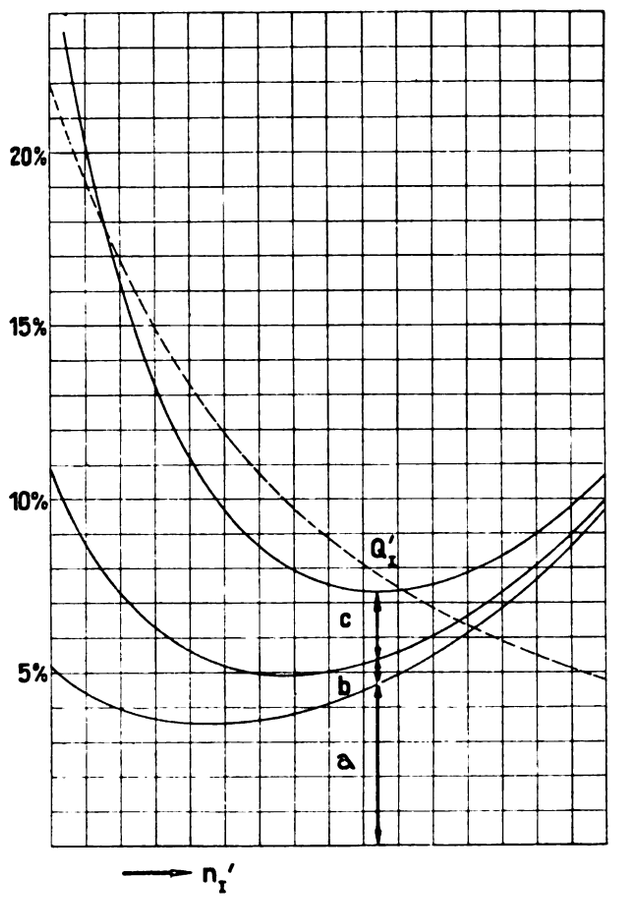


Abb. 2. Verluste bei versdiedenem $\frac{c_{m1}}{u_1}$ und konstantem n_s

Digitized by Google

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{\sin \lambda}{\sin (\beta_\infty + \lambda)} \cdot \frac{w_{1\infty}}{u_1}} \quad \ldots\ldots (5)$$

ermittelt werden ($\beta\infty$ Winkel zwischen Umfangsrichtung und $w_{1\infty}$ — Richtung, $\lambda = \frac{c_w}{c_a}$, c_w Widerstandsbeiwert). Obwohl der Schaufelverlust nach dieser Gleichung bei sehr hohen Schluckfähigkeiten und dementsprechend kleinen Drehzahlen einen Kleinstwert annimmt, tritt doch der Summenkleinstwert bei verhältnismäßig kleinen Schluckfähigkeiten und hohen Drehzahlen ein, und zwar bei um so kleineren Wassermengen, je schlechter die Organe für die Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck hinter dem Laufrad sind. In Abb. 2 stellt der Betrag a den Anteil des Schaufelverlustes, der Betrag b den Anteil des Saugrohraustrittsverlustes und der Betrag c den Anteil der Verluste im Saugrohr dar. Leitrad und Spaltverluste sind nicht berücksichtigt, die durch sie bedingte Verschiebung des Summenkleinstwertes ist verhältnismäßig gering.

Nun scheint es, als ob man für eine und dieselbe Sache

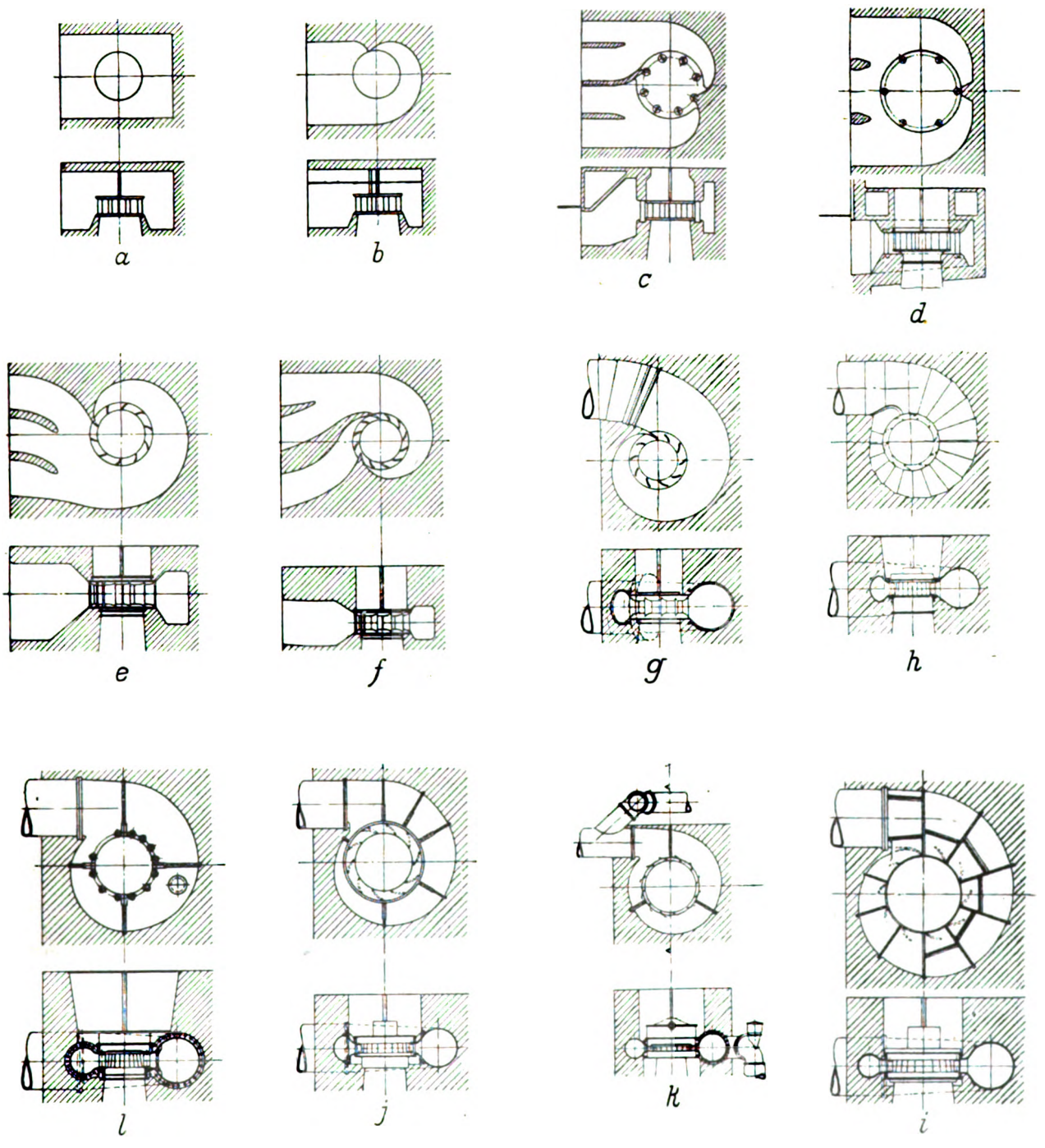


Abbildung 3. Verschiedene Arten der Wasserzuführung.

Digitized by Google

plötzlich 2 Gleichungen hätte, die obendrein auf verschiedene Werte führen. Die Kurven von s sowohl als auch von ε als Funktion von n_1 verlaufen in der Nähe des Minimums sehr flach, so daß eine kleine Abweichung von den günstigsten Werten meist ohne nennenswerten Einfluß bleibt. Auch muß man bedenken, daß man nicht physikalisch-mechanischen Gesetzen gehorcht, wenn man die Ergebnisse solcher Ueberlegungen verwertet, bzw. nicht gehorcht, wenn man sie außer acht läßt. Durch eine Bevorzugung der einen oder anderen Ueberlegung erreicht man eine Züchtung in dem betreffenden Sinne.

Wenn ich diese Betrachtungen an die Spitze einer Studie über den Vortrag von H. Taylor auf der Weltkraftkonferenz in Wembley 1924 stelle, so geschieht dies in der Absicht, klarzulegen, daß zwei verschiedene Wege nicht zum selben Ziele führen müssen, sondern zu verschiedenen führen können, ohne daß das eine der beiden — sind sie einmal erreicht — als das bessere bezeichnet werden könnte, klarzulegen, daß man fremde Wege nicht deshalb als schlechter oder besser hinstellen darf, weil sie fremd sind, klarzulegen, daß man eigene Wege nicht besser oder schlechter hinstellen darf, weil es die eigenen sind. Eine Verteidigung unserer Wege liegt nur da in der Absicht der folgenden Zeilen, wo Taylor von den amerikanischen Wegen glauben machen möchte, daß jeder eine Verbesserung, eine Entwicklung oder einen Fortschritt bedeute. Sie sind oft nur Lösungen mit anderen Mitteln, neben welchen die europäischen gleichberechtigt stehen.

Erkennen wir rückhaltslos an: der Siegeszug der vertikalen Einrad-Turbine hat in Amerika begonnen. Bei ihrer Anwendung tauchte eine Fülle von Fragen auf, die in erster Linie die Zu- und Ableitung des Betriebswassers betreffen. Taylor widmet der Frage der Wasserzuführung und seiner Abführung je ein Kapitel, welche in ihren Grundzügen zunächst hier wiedergegeben werden sollen.

Abb. 3 zeigt verschiedene Gehäuse-Typen, angefangen von der offenen Kammer für sehr kleine Gefälle bis zum Stahlgußgehäuse für die größten Gefälle, bei denen Francis-Turbinen noch verwendet werden. Der offene Einbau (3 a) besteht meist aus einer rechteckigen Kammer, in welcher die Turbine steht. Eine Abart zeigt 3 b, eine Bauweise, die als Halbspirale angesprochen werden kann. Bei kleineren Gefällen werden Heberspiralen (3 c) angewendet. Bei größeren Gefällen ist die Betonspirale nach 3 e und f allgemein. Den Uebergang von der Spirale zum Leitapparat bildet ein Stützschaufelring, dem die Aufgabe zufällt, das Generatorgewicht auf die Fundamente zu übertragen. Statt eines vollen Stützschaufelringes sind manch-

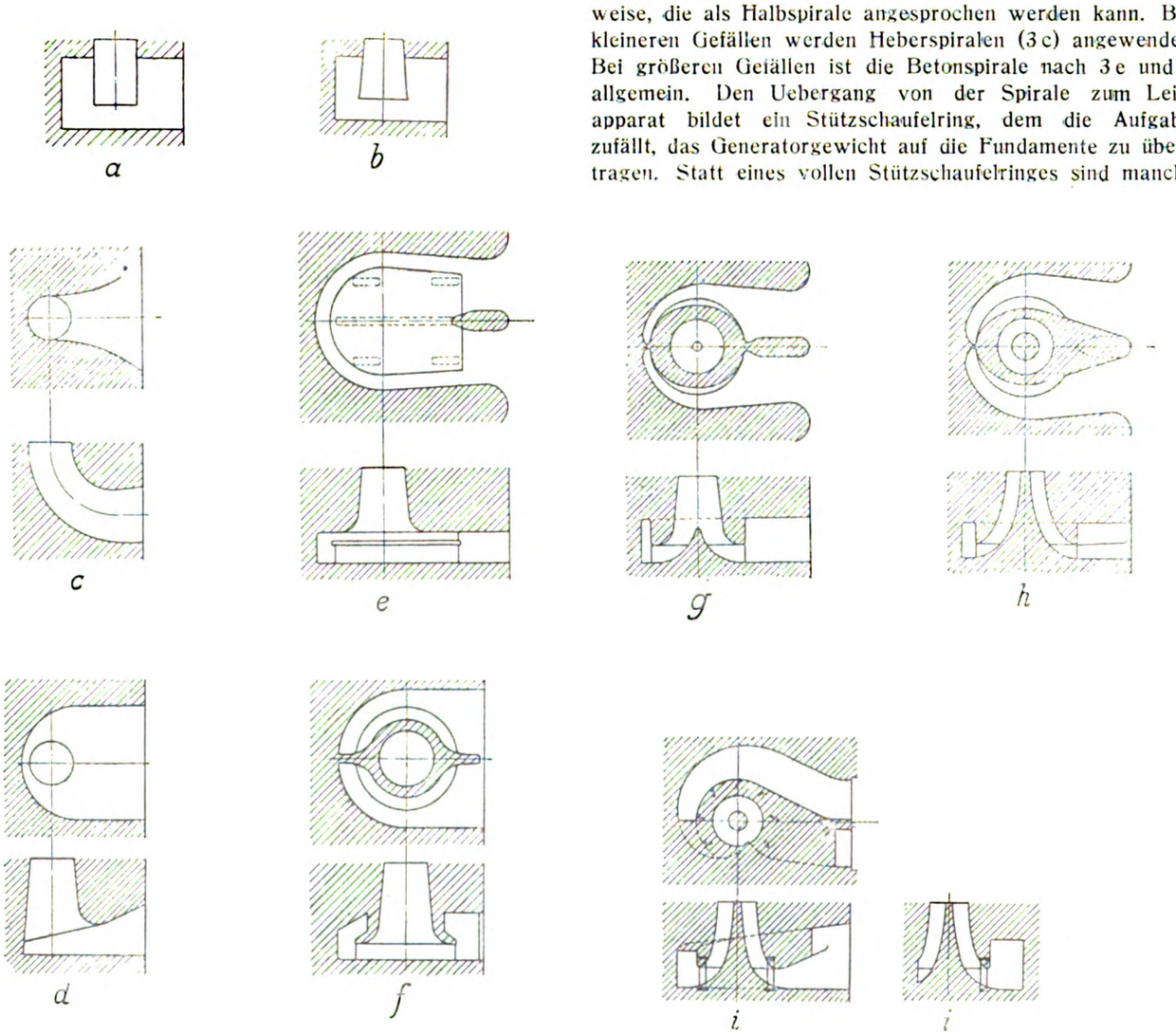


Abb. 4. Versdiedene Saugrohrformen.

Digitized by Google

mal nur einzeln gegossene und einzeln in den Beton eingesetzte Stehbolzen ausgeführt. Für Gefälle, bei denen die üblicherweise mit rechteckigen Querschnitten ausgerüstete Betonspirale mit Rücksicht auf den Wasserdruck nicht mehr verwendbar ist, bei denen jedoch eine schmiedeeiserne zu teuer kommen würde, wurde eine Zwischenform gefunden, bei welcher das Gehäuse aus Eisenbeton ist und kreisförmige Querschnitte besitzt. Die Armierung paßt sich dieser Form an und ist direkt mit dem Stützschaufelring verbunden (3 g). Bei noch höheren Gefällen wird die schmiedeeiserne Spirale bevorzugt (3 h). Für mittlere Gefälle findet man auch gußeiserne Spiralen nach Abb. 3 i und j, wovon die erstere runde, eingeschraubte bzw. eingegossene Stehbolzen, die letztere einen besonderen Stützschaufelring mit umlaufendem Flansch aufweist. Bei noch höheren Gefällen wird statt des Gußeisens Stahlguß genommen (3 k und 3 l). Die Spirale nach 3 l ist durch ihre Unterteilung mit radialen und achsparallelen Ebenen bemerkenswert.

Unter den Verbesserungen, welche die einzelnen Turbinenelemente in den letzten Jahren erfahren haben, sind die Veränderungen, die das Saugrohr durchgemacht hat, am meisten charakteristisch für den amerikanischen Wasserturbinenbau.

Als ursprüngliche Form wird das zylindrische Saugrohr (4 a) bezeichnet. Das nächste Entwicklungsstadium wird durch das gerade konische Saugrohr nach 4 b dargestellt, wo nicht nur statische Saughöhe erhalten bleibt, sondern auch Geschwindigkeitsenergie sowohl in meridionaler als auch in bescheidenem Umfange in tangentialer Richtung zurückgewonnen werden kann. Aus diesen wurden die Saugrohre entwickelt, welche den Anforderungen moderner Anlagen und der Anordnung der vertikalen Einradturbine gerecht werden. Diese Einbauart verlangt, daß das Wasser nach dem Austritt aus dem Laufrad um 90° umgelenkt wird. Dies ist auf dreierlei Weise möglich. Erstens durch den sog. Saugkrümmer (4 c und d). Zweitens den sog. White Hydraucone (4 e und f) und drittens durch das Moody-Spreading-Saugrohr (4 g, h und i). Der Saugkrümmer wird als unwirksam verworfen, vor allen Dingen deshalb, weil nicht nur die Geschwindigkeitsenergie der Umfangskomponente nicht zurückgewonnen werden kann, sondern auch das Vorhandensein der Umfangskomponente den Rückgewinn der Energie der Meridiankomponente stört. Der White Hydraucone und das Moody-Saugrohr sind rotationssymmetrische Düsen. Die Moody-Type ist dem Hydraucone überlegen, weil beide Geschwindigkeitskomponenten des austretenden Wassers, — sowohl Meridian- als auch Umfangskomponente — gleichzeitig verzögert werden, die erstere dadurch, daß die Querschnitte allmählich zunehmen, und die letztere dadurch, daß der Abstand eines bewegten Teilchens von der Achse der Turbine wächst. Abb. 4 g zeigt eine der früheren Formen der Moody-Type, in Abb. 4 h ist eine moderne Ausführung für Langsam- und Normalläufer zu sehen, die Querschnitte sind bei letzterer kreisringförmig, was dadurch erreicht wird, daß ein mittlerer Kern bis unmittelbar unter das Laufrad reicht. Es herrscht also vollständige Gleichmäßigkeit der Querschnittsübergänge vom Laufrad zum Saugrohr. Das Saugrohr nach 4 i ist für Maschinen mit höherer spezifischer Drehzahl, wo die Umfangskomponente hohe Beträge annimmt. Der obere Teil ist ebenfalls ringförmig, an ihn schließt sich ein spiraliger Abfluß, der im verstärkten Maße dazu dient, die Energie, die aus dem ringförmigen Raum noch entlassen wird, umzusetzen. In der Nähe der Achse befindet sich bei der Ausführung nach 4 g ein Totwasserraum. Die Ausfüllung dieses Raumes durch einen zentralen Kern hat eine Verbesserung der Wirkungsgrade ergeben. Auch waren Störungen, wie Vibrationen und Wasserschläge, die bei Saugrohren der älteren Form aufgetreten waren, nicht mehr zu beobachten. Durch ausgedehnte Versuche wurde die Ueberlegenheit der Formen 4 h und 4 i erhärtet. Als konstruktive Einzelheit sei erwähnt, daß am Ende des sich erweiternden Teiles Stützschaufeln angebracht sind, welche das Gewicht der Maschine auf die Fundamentplatte übertragen. Durch diese Anordnung wird vermieden, daß das Gewicht der Turbine durch eine eigene Träger- oder Gewölbekonstruktion unterhalb der Spirale abgestützt werden muß."

Zuschrift.

Zur Frage wasserbauwissenschaftlicher Versuche und Beobachtungen im Großen. Auf meinen in Heft 1 dieser Zeitschrift erschienenen Aufsatz schreibt Herr Hofrat Dr.-Ing. h. c. Krapf, Innsbruck, u. a.:

„Es unterliegt keinem Zweifel, daß von Passau stromabwärts Sohlenvertiefungen in der Donau eintreten werden, zumal auch mit Rücksicht auf die Wehrbauten in den geschiebereichen Zuflüssen. Man könnte sich vielleicht von den wahrscheinlichen Veränderungen der Sohlenlage des Stromes ober- und unterhalb Kachlet ein Bild machen, wenn man einen Gefällinienplan der Donau, etwa von der Mündung des Lech ab bis Linz, zur Verfügung hätte. Uebrigens ergäbe sich jetzt eine schöne Gelegenheit, über die Menge der Geschiebe einige Anhaltspunkte zu gewinnen, wenn man, sowohl an der Donau, als auch an den Zuflüssen, überall dort, wo Wehre eingebaut wurden, Erhebungen vornähme. Ob die betreffenden Bauleitungen und Baudirektionen sich um derlei Fragen kümmern, weiß ich nicht."

Ich glaube, diese Anregung des österreichischen Meisters unseren Fachgenossen empfehlen zu sollen, um so mehr, als sie vollkommen meiner bekannten Auffassung entspricht.

(W. 686.) F. Kreuter.

Rundschau

Elektroheizung

Die Elektrizität als Wärmequelle behandelt Nr. 396 der Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke vom 1. November und trägt dadurch wohl dem Bedürfnis Rechnung, die in den Kreisen vieler Elektrizitätswerke noch recht nebensächlich behandelte Ausbreitung des Elektrizi-

Digitized by Google

tätsverbrauches für Heizzwecke zu fördern. Ueber Erfahrungen tariflicher und betrieblicher Art mit Heizwasserspeichern gibt Direktor Langlotz der Isarwerke wertvolle Fingerzeige: hinsichtlich der Güte der Apparate kann nicht genug getan werden und es wird das Vorgehen der holländischen Elektrizitätswerke erwähnt, welche für einige wenig ausprobierte Typen einem Werk einen großen Sammelauftrag gaben und dadurch infolge weitgehender Vereinheitlichung gute Apparate um billiges Geld erhielten. Es empfiehlt sich ein billiger Tarif außer der Sperrzeit (hier zwischen 11 bis 1 Uhr mittags und 10 Uhr abends bis 6 Uhr früh bzw. 5 Pfg./kWh) und die selbsttätige Sperrung des Stromes während der Hochtarifzeit für Warmwasserspeicher, deren Größe auf 120 l für Badezwecke und Hausversorgung bzw. mindestens 15 l für die Küche vorgeschlagen wird. Solche Speicher erzielen bei dem genannten Strompreis eine Jahreseinnahme von etwa RM. 130 je kW für reinen Nachtstrom. Die Ausführung der Apparate wird erörtert. Die sächsischen Werke Dresden berichten über Versuche an Heißwasserspeichern, woraus ebenfalls hervorgeht, daß der Inhalt nicht zu gering genommen werden soll. Ueber die Quecksilberschaltröhren sind die Urteile verschieden; bei Wechselstrom dürften dieselben einwandfrei sein, die schlechten Erfahrungen sind wohl bei Gleichstrom gemacht. Das Elektrizitätswerk Freiburg i. Br. verwendet in seinem Dampfkraftwerk einen Elektrokessel für 6200 V, 100—1000 kW Aufnahme, zum Unterdruckhalten der Kessel der Dampfreserveanlage und spart damit, da Ueberschußstrom genügend zur Verfügung steht, einen Gleichwert von etwa 80 t Kohle innerhalb fünf Monaten, was einen kWh-Preis von rund 0,5 Pfg. gleichkommt. Neben Speicherheizöfen und Raumheizung und neuen Ausführungen von Fußboden- und Wandsockelspeicherheizung werden die in Holland mustergültigen Badeeinrichtungen mit elektrischer Heizung ausführlich beschrieben: ein solches elektrisches Bad enthält einen 100 l-Speicher mit selbsttätiger Zu- und Abschaltung entsprechend den Sperrstunden, der auch für andere Zwecke Warmwasser liefern kann (Waschtoiletten, Küchenbedarf), einen elektrischen Handtuchwärmer, ferner einen an der Wand angebrachten schräg gegen die Badewanne zu gerichteten Strahlungsofen (elektrische Sonne) von 500 W Aufnahme und schließlich einen Wandofen zur Beheizung an kalten Tagen. Der Gesamtstromverbrauch für alle diese Einrichtungen zu einem Bad wird mit 6,05 kWh angegeben, ist also bei einigermaßen günstigem Nachstrompreis völlig wirtschaftlich.

Ebenso wie diesen Verwendungszwecken muß auch dem elektrischen Kochen insbesondere mit Speicherherden und der landwirtschaftlichen Verwendung zu Futterdämpfern im Interesse einer Erhöhung der Benutzungsdauer des Anschlußwertes der Elektrizitätswerke größtes Interesse entgegengebracht werden. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Benutzungsdauer des installierten Kraftwerks-kW (unter Ausschluß der für Elektrochemie und Bahnen installierten Leistungen bzw. verbrauchten Arbeit) in Bayern nur 1570 h, in Oesterreich zirka 2700 h, in der Schweiz und in Schweden über 3100 h, in Italien 2860 h beträgt, und daß hier noch viel durch solche Stromabnehmer verbessert werden kann. (W. 649). Rdl.

Wasserkraftanlagen.

Das Muscle Shoals-Kraftwerk. In den „Annali delle Utilizzazioni delle Acque" 1925, Bd. II, Heft 3, bespricht Carlo Galli die Anlage Muscle Shoals, welche vom amerikanischen Kriegsministerium am Fluß Tenessee (Alabama) mit einem Kostenaufwand von über 50 Millionen Dollar zur Stickstofferzeugung errichtet worden ist.[1] Die Gesamtlänge des Stauwehres beträgt 1500 m. Das Krafthaus bildet einen Teil der Sperrmauer in einer gesamten Länge von 380 m, auf die übrigen 1120 m der Sperrmauer sind 58 Oeffnungen s mit einer lichten Weite von 14,4 m verteilt, welche durch auf- und abbewegliche Schützen verschlossen werden können. Durch jede können 270 sec/cbm

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 1925, S. 259.

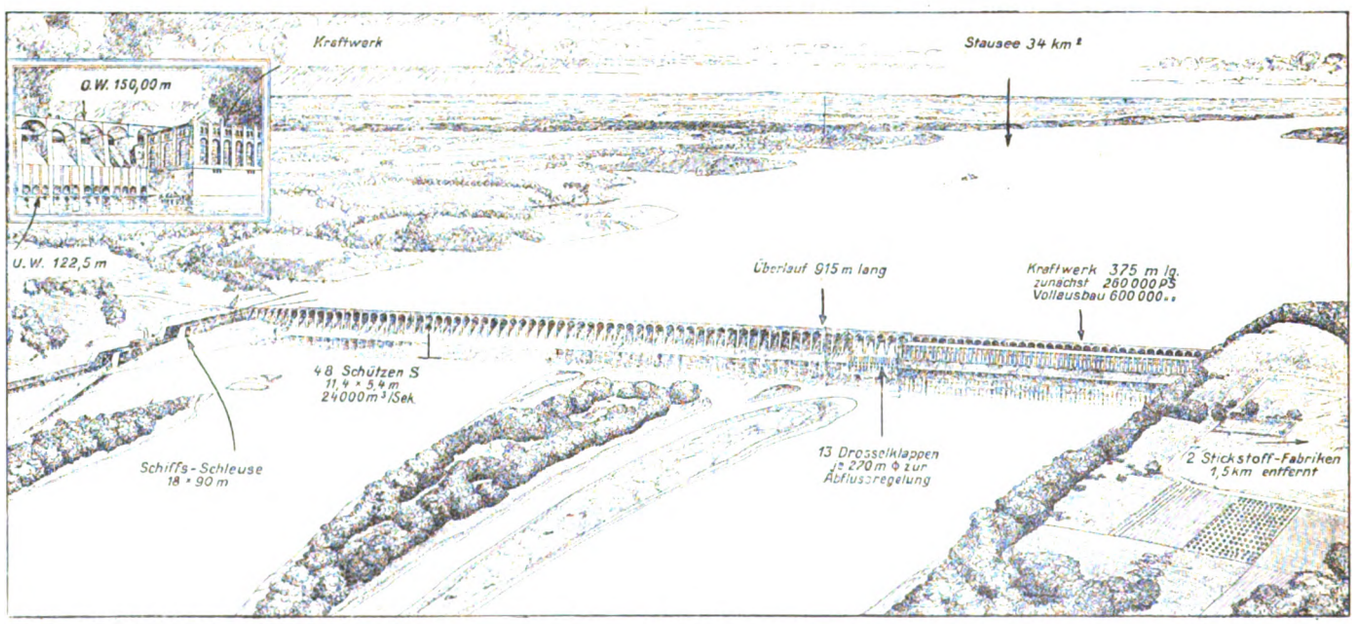


Abb. 1. Gesamtbild der Muscle-Shoals-Anlage.

Digitized by Google

abgeführt werden. Vor der Sperrmauer liegt ein Stausee von 34 qkm Oberfläche. Das ganze Bauwerk benötigte 530 cbm Felssprengung und 270 000 cbm Erdbewegung. Für die Sperrmauer allein waren 940 000 cbm Beton und 345 000 cbm Aushub nötig. Die Anlage wird beim Vollausbau in 18 Turbinen insgesamt 612 000 PS leisten. Eingebaut sind bis jetzt 4 Turbinen à 30 000 PS und 4 à 36 000 PS. Die restlichen 10 werden je 36 000 PS leisten. Für den Krafthauseigenbedarf ist eine kleine Turbine mit 1000 PS aufgestellt. Ein Schaubild der Gesamtanlage zeigt die Abb. 1. Die übrigen Kapitel geben ein anschauliches Bild von der amerikanischen Baustellenpraxis. Sl. (W. 683).

Saalachsee. Bezüglich der bekannten schwierigen Geschiebeverhältnisse im Stausee des Saalachkraftwerkes bei Reichenhall an der elektrisierten Strecke Salzburg—Berchtesgaden[1]) brachten verschiedene Tageszeitungen die Nachricht von großzügigen Ausräumungsarbeiten mit einer Arbeitsdauer von mehreren Jahren. Richtig ist, daß die gemachten ungünstigen Erfahrungen schon seit Jahren sowohl die Reichsbahn wie auch weitere Fachkreise beschäftigen und nach Abhilfe suchen ließen. Langjährige Messungen und Erwägungen über die Geschiebeverhältnisse sind angestellt. Eine Entscheidung über Art und Umfang, sowie Zeitpunkt der etwa zu treffenden Maßnahmen ist jedoch noch nicht erfolgt und sind demnach die darüber laufenden Nachrichten unzutreffend. (W. 687).

Das Rheinkraftwerk Kembs.[2]) Bei großen Wasserkraftanlagen bieten die Turbinenrechen, die dann erhebliche Längen erreichen, stets die Gefahr der Verlegung durch Treibeis, zu dessen Abführung in großen Mengen die üblichen seitlichen Eisschützen nicht ausreichen; zwischen den Turbinen angeordnete Eisablässe verlängern die Baulichkeiten und erhöhen damit deren Kosten erheblich. Die von Ingenieur René Koechlin und der Firma Locher & Cie. ausgearbeitete patentierte Bauweise für große Niederdruckanlagen mit vertikalen Turbinen erlaubt es dagegen, ohne Verlängerung des Grundrisses die volle Breite des Rechens und damit des Krafthauses zur Abfuhr von Eis und Schwemmsel ebenso wie als Ueberlauf zu benutzen, so daß die Erhöhung der Baukosten und der Wasserverlust auf das geringste Maß beschränkt bleiben. Der Einlaufrechen R, Abb. 1, reicht nicht bis zum normalen Oberwasserspiegel, sondern er läßt einen gewissen Querschnitt, der den Kanal A bildet, frei. Dieser Kanal kann durch eine automatische Klappe K geschlossen werden. Die Klappe K gestattet die oberste Wasserschicht des Oberwasserkanals je nach Bedürfnis vermittelst dem Kanal B zwischen dem Turbinendeckel und dem Boden des Generatorsaales durch das Turbinenhaus nach dem Unterwasser abzuführen.

Selbst wenn der Kanal viel Treibeis führt, kann dieses auf einfache Weise nach dem Unterwasserkanal abgeleitet werden, ohne den Betrieb des Werkes zu stören. Schwemmgut, welches sich auf dem Rechen ablagert, kann mittelst Kratzern nach oben gezogen werden, bis dasselbe von der Strömung erfaßt und durch den Kanal A und B nach dem Unterwasser geschwemmt wird.

Wie aus Abb. 3, S. 4, ersichtlich, wurde diese Anordnung auch dem Entwurf zum Kraftwerk Kembs zugrunde gelegt. Die selbsttätigen Stauklappen K werden dort so reguliert, daß der Abfluß unverändert bleibt mit Rücksicht auf die Wasserstände und Strömungsgeschwindigkeit im Schiffahrtskanal. Sie ersetzt also zugleich Saugheber und ähnliche Entlastungsvorrichtungen.

Der schematische Schnitt Abb. 3, S. 4,[3]) ließ über die Einbauweise der Turbinen nichts Näheres ersehen, da die Schnittlinie nicht durch die Turbinenaxe geht, sondern etwa 4 m seitlich gelegt ist. Die detaillierte Abb. 2 als Schnitt durch die Achse zeigt, wie auch in diesem Einbau die Zugänglichkeit gewahrt bleibt. Die Decke der Turbinen-Einlaufspirale besitzt über der Turbine eine kreisförmige Aussparung von zirka 5,60 m' Durchmesser, so daß jederzeit das Auswechseln des Turbinenlaufrades vermittels des Maschinenhauskrans vorgenommen werden kann. Der Raum T direkt über der Turbine, in welchem sich die Regulierorgane derselben befinden, ist nach oben durch einen kräftigen Deckel abgeschlossen. Ergibt sich die Notwendigkeit des Ausbaues des Laufrades oder der Welle, so muß notwendigerweise dieser Turbinendeckel demontiert werden. Sehr wichtig ist, daß die Regulierorgane zugänglich sind. Dies wird ermöglicht durch einen Einsteigschacht S, der, auf dem Turbinendeckel aufgesetzt, bis zum Zwischenboden reicht, welcher 3,50 m unterhalb dem

[3]) Aus Z. f. Binnenschiffahrt 1925, H. 7, entnommen. Der Schnitt durch das Kraftwerk war dort, da sich die Darlegungen hauptsächlich mit der Kanalfrage befassen sollten, vereinfacht gezeichnet.

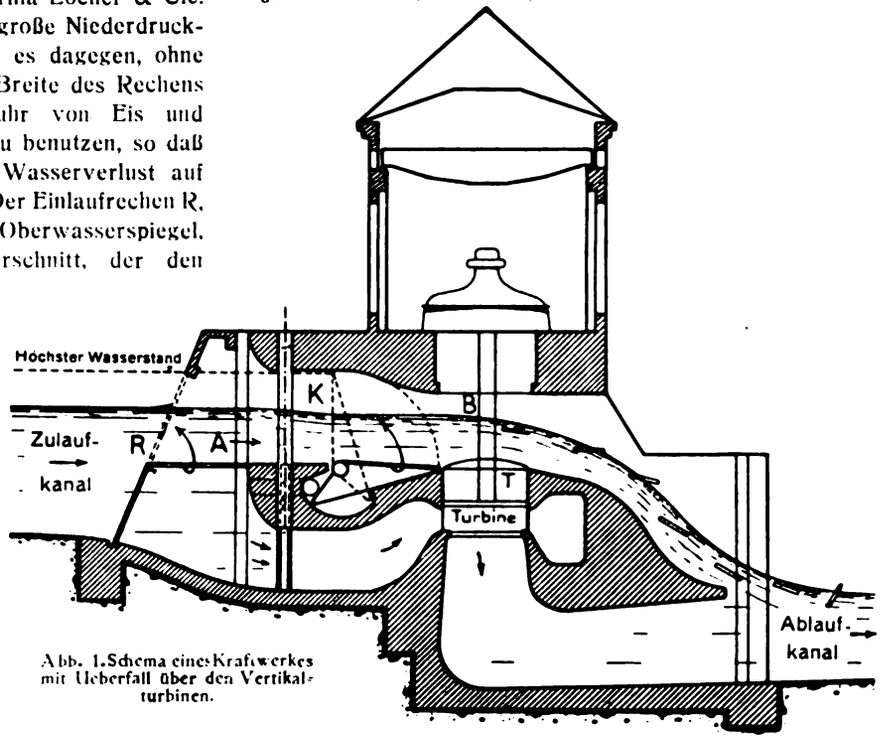


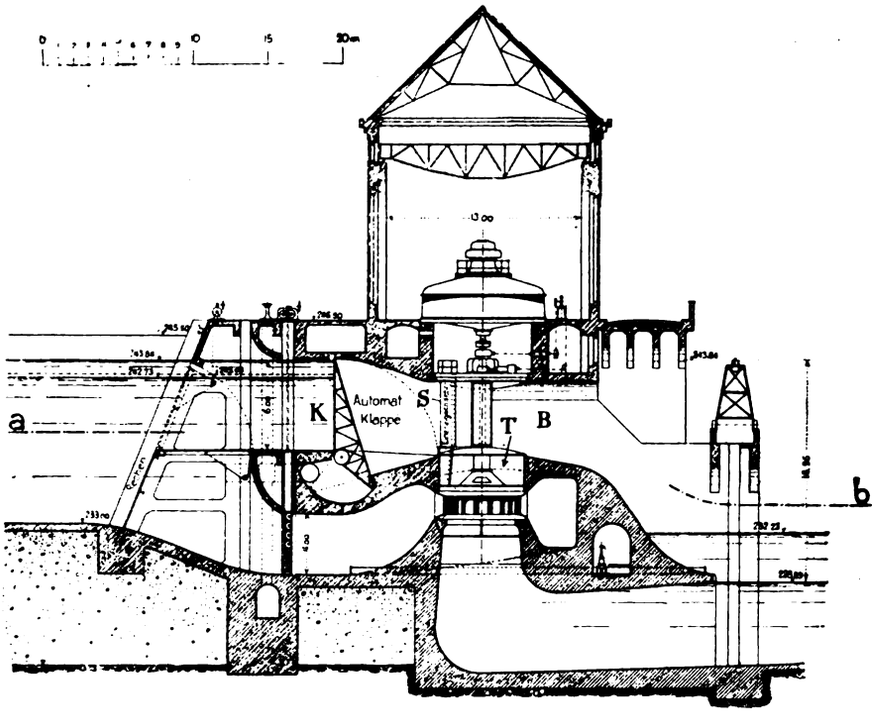
Abb. 1. Schema eines Kraftwerkes mit Ueberfall über den Vertikalturbinen.

[1]) Vgl. Wasserkraft-Jahrbuch 1924, Seite 44.

[2]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, H. 1, S. 4. – Die Unterlagen zu den folgenden Ausführungen verdanken wir der Firma Lochner & Cie., Zivilingenieure und Unternehmung, Zürich.

Digitized by Google

Maschinensaalboden angeordnet ist. Der lichte Abstand zwischen den Maschinenhauspfeilern ist so groß, daß in den weiter oben genannten Freilauf B ein kräftiger Zwischenpfeiler eingebaut werden kann, der aber nicht bis zur unterwasserseitigen Flucht des Maschinenhauses durchgeht, sondern nur vom Rechen bis zur Spitze der umgelegten automatischen Stauklappe K reicht. Im Schutz dieses Zwischenpfeilers steht der vorerwähnte Einsteigschacht und ferner die Turbinenwelle, die zur Sicherung gegen den Anprall des Ueberwassers, von Eisschollen und sonstigen Unreinigkeiten in einen zylinderförmigen kräftigen Blechmantel eingeschlossen ist; in diesem Schutzzylinder ist auch das Gestänge für die Betätigung der Regulierorgane untergebracht. Demontierbare seitliche Blechwände zwischen dem Ende des Zwischenpfeilers und dem Wellenzylinder verhindern ein Festklemmen von Gegenständen irgendwelcher Art zwischen diesem und dem Einsteigschacht. Das obere Ende des eisernen Einsteigschachtes und des Wellenschutzzylinders ist mit einem eisernen Deckel verbunden, welcher den Abschluß des Freilaufes gegen den obenerwähnten Zwischenboden bildet; dieser Deckel verhindert jeglichen Zutritt von Unreinigkeiten, Spritzwasser und Wassernebel zum Generator. In dem Zwischenraum zwischen dem obern Schachtdeckel und dem Generatorsockel (der Zwischenraum ist von zwei seitlich verlaufenden Gängen aus zugänglich) sind die Servomotoren für die Turbinenregulierung und der Regulierantrieb untergebracht. (W. 680.)



Horizontalschnitt a-b

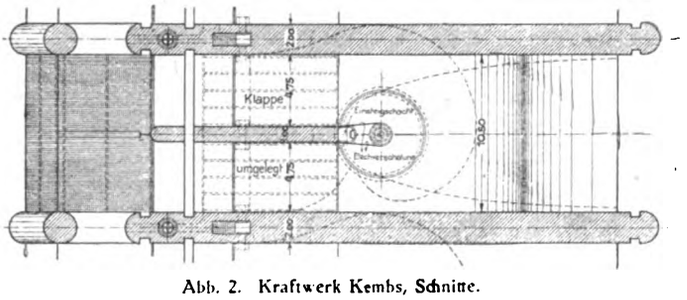


Abb. 2. Kraftwerk Kembs, Schnitte.

Kurze Nachrichten.

Ausnützung der Wasserkräfte der Agger. Zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte der Agger beabsichtigt der Kreis Gummersbach, zur Gewinnung elektrischer Energie, im benachbarten Vilkerath und Unter-Engelskirchen, zwei größere Stauwerke zu erbauen. — **Vollendung der Muldenberger Talsperre.** Die vom Wasserwerkverband der Talsperre Muldenberg im Vogtland mit Unterstützung des sächsischen Staates und des Reiches unter staatlicher Leitung erbaute Sperre ist am 21. Oktober 1925 bei reger Beteiligung der Reichs- und Staatsbehörden eingeweiht worden. Sie soll in erster Linie der Trinkwassernot des oberen Vogtlandes abhelfen, ferner eine Regelung des Abflusses vom Oberlauf der Zwickauer Mulde ermöglichen und gefahrbringende Hochwasser zurückhalten. Vor fünf Jahren wurde die Talsperre zur Beschäftigung Erwerbsloser in Angriff genommen. — **Erweiterung der Wasserversorgungsanlage Stuttgarts.** Die Stadt Stuttgart plant einen großzügigen Ausbau ihrer Wasserversorgung. Sie beabsichtigt im Eyachtal eine Talsperre von 4 Millionen Kubikmeter Inhalt zu erbauen. — Die Stadt beabsichtigt weiter den späteren Ausbau der Schwarzwaldwasserversorgung durch Hinzunahme der Quellen im oberen Enztal und die Errichtung einer Talsperre in einem Seitental der oberen Enz. Die geplanten Bauten erfordern einen Kostenaufwand von 15 Millionen Mark. — **Neue Abwasser-Kläranlage der Stadt Bamberg.** Die Regierung hat dem Bau einer Kanalisation sowie einer zentralen Kläranlage für das gesamte Stadtgebiet von Bamberg zugestimmt. Der Stadtrat hat zunächst 150 000 Mk. für die Ausführung des Projektes bereitgestellt. Die ganze Anlage wird etwa 900 000 Mark kosten. (W. 678).

Literatur

Zeitschriftenschau

Elektroheizung. Höchstpreise für Elektrowärme. Von Dr. Windel. — E.T.Z. 1925, H. 46, S. 1721

Digitized by Google

bis 1725 und H. 47, S. 1771 bis 1775, mit 2 Abb. — (Rechnerische Bestimmung des Höchstpreises für elektrische Arbeit zu Wärmezwecken, bei welchem die elektrische Wärmeerzeugung noch wirtschaftlich ist. Zahlenbeispiele bei Berücksichtigung der Brennstoffkosten allein sowie der Gesamtkosten. Grenzpreise letzteren Falles u. a.: für Küche: 4,49 Pfg.; Backofen: 1,36 Pfg.; Verdampfung: 0,75 Pfg.; Raumheizung zentral: 1,09 bis 1,21 Pfg.; Glühofen: 2,03 Pfg. gegenüber mittleren Brennstoffpreisen. Jährliche Benutzungsdauer, Wirkungsgrad. Die gesamte für Kochen, Warmwasser und Futterdämpfung in Deutschland aufzuwendende Jahresarbeit wäre 49 Mia kWh gegen einen derzeitigen Jahresverbrauch von 10 11 Mia kWh.) —

— Wirtschaftliche Untersuchungen an Elektroden-Kesselanlagen. Von Ing. Nüscheler. — Z. d. bayer. Revisions-Vereins, 1925, H. 23, S. 247 bis 250 und H. 24, S. 257 bis 259, mit 4 Abb. — (Beschreibung einer Elektro-Kesselanlage von 383 kW Aufnahme zur Ausnutzung von Ueberschußenergie für das Unterdruckhalten gefeuerter Kessel; Wirtschaftlichkeit; Kohlenparitätspreis 0,41 Cts./kWh. Anlage mit 4 Revelkesseln je 1000 kW. Literatur). —

— Die Fortschritte der Elektrostahlerzeugung. Von Jebens. — Schweiz. techn. Zeitschrift 1926, H. 1, S. 5–9, mit 8 Abb. — (kurzer Abriß der Entwicklung der Elektrostahlöfen; neueste Lichtbogen- und Induktionsöfen, Wirtschaftliches und Metallurgisches. Der Elektrostahlofen ist insbesondere für legierte Stähle zu bevorzugen, nur für gewisse Sorten ist der Tiegelofen noch unersetzlich). —

Energiewirtschaft. Die Grundzüge der Energiewirtschaft in Ungarn. Von Staatsbaurat v. Verebély. — Elektrotechnik und Maschinenbau 1925, H. 45, S. 887—894, mit 2 Karten. (Brennstoffvorräte insgesamt etwa 4000 Billionen WE; Wasserkräfte etwa 174 500 PS, das sind 6,1% des alten Ungarn. Eine zeitgemäße Energieversorgung aus Groß-Wärmekraftwerken könnte die Hälfte des derzeitigen Brennstoffbedarfes sparen. Minderwertige Brennstoffe und Nebenprodukterzeugung. Einheitliche Landesstromversorgung. Bisherige Kraftwerke; weiterer Ausbau unter einheitlicher Versorgung für Landesbedarf und Bahnen. Dem derzeitigen Arbeitsbedarf von 2 Milliarden kWh steht eine höchste theoretische Wasserkraftleistung von 1 Milliarde kWh gegenüber).

— Die Großwasserkraftverwertung in Oesterreich nach dem Stande Ende Dezember 1925. Mitgeteilt vom Oesterr. Wasserkraft- und Wasserwirtschaftsamt, Wien. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 2, S. 21—36. — (Tabelle der österr. Wasserkraftwerke über 1000 PS, die seit 1920 fertig oder im Bau sind mit zusammen 223 400 PS Jahresmittelleistung und 1286,9 Mio kWh Jahresarbeit. Bis 1920 ausgebaut: 172 300 PS; Summe: 395 700 PS. — Tabelle der fertigen und im Bau befindlichen Hochspannungsleitungen, zusammen 3822,47 km. — Statistische Auswertung der Tabellen, jährl. Zuwachs. — Gesamtbedarf rund 900 000 PS). —

— Elektrisierung von Palästina. „Engineer" 1925, Bd. 140, Nr. 3638, S. 301, 2 Abb. (Angaben über ein neues Projekt, das den Höhenunterschied von 395 m zwischen Mittel- und Toten Meer ausnützen will. Der erste Ausbau soll 142 500 kW liefern. Im Zusammenhang damit soll ein Schleusenkanal bis zur Höhe des Jordantales erbaut werden). –

Eingegangene Bücher.

Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben nach dem Stande von 1925. Herausgegeben auf Anregung des Reichsverkehrsministeriums und unter Förderung der zuständigen Zentralbehörden des Reichs und der Länder von Geh. Baurat Dr.-Ing. h. c. Soldan. Zugleich Ergänzungsband zu dem zweibändigen, 1922 unter gleichem Titel erschienenen Werk von Ministerial- u. Oberbaudirektor Dr.-Ing. Sympher †. 650 Seiten Großquartformat mit vielen Abbildungen und Plänen. Gebunden RM. 30.—; Verlag von Reimar Hobbing in Berlin SW 61.

Verleihung und Sicherstellung nach dem preuß. Wassergesetz vom 7. April 1913 in der Praxis des Landeswasseramtes und des Oberverwaltungsgerichtes. Von J. Peltzer, wirkl. geh. Oberregierungsrat. — Mitteilungen Nr. 14 des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes. — 83 Seiten. Durch die Geschäftsstelle des Verbandes, Berlin-Halensee. Preis RM. 3.50.

Die Wasserkraft. Technische Bücher, herausgegeben von Dipl.-Ing. A. Meyer. Bd. 1, von Dr. Th. Meyer, Studienrat. 126 S. mit 35 Abb. und 132 Aufgaben nebst Lösungen. — München 1926, C. W. Kreidels Verlag. Preis brosch. RM. 2.25.

Das Kraftwerk Fortuna II. Monographie eines Dampfkraftwerks in systematischer Darstellung. Bearbeitet von Albert Schreiber, Direktor des Rheinischen Elektrizitätswerks im Braunkohlenrevier, Köln. (Siemens-Handbücher, herausgegeben von der Siemens & Halske A.G. und den Siemens-Schuckertwerken G. m. b. H., V. Band.) 175 Seiten mit 141 Abb. im Text und auf Tafeln. Berlin 1925, Walter de Gruyter & Co. Preis in Leinen geb. M. 6.50.

Buchbesprechungen

Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1925. Bearbeitet von Dipl.-Ing. Baer. 198 Seiten mit 63 Abbildungen und 2 Tafeln. Berlin 1925, V.D.I.-Verlag.

Der Zweck eines Jahrbuches ist, wie auch das Vorwort zum vorliegenden Buche ausführt, das tiefere Eingehen auf einzelne wissenschaftliche und technische Probleme über den Rahmen des in der Taschenbuch-Literatur Möglichen hinausreichend. Der vorliegende erste Jahrgang dieses gediegen aufgemachten Buches behandelt an solchen fachlichen Themen neuere Kaimauern von Oberbaurat Hedde, die Berechnung von Pfahlgründungen von Prof. Jakoby, bringt Interessantes vom Bau der zweigleisigen Hauptbahn Vielsalm-Plateau von Ober-Ing. Neuffer der ausführenden Firma Grün & Bilfinger, ferner behandelt Dr.-Ing. Neumann die Prüfung und Bewertung von Gesteinen als Straßen-Baustoffe und Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Herbst beschreibt neuere Formen beweglicher Eisenbrücken für schwachen Verkehr. Alle diese Beiträge beleuchten die behandelten Themen auch kritisch und

Digitized by Google

soweit nötig theoretisch. Eine Zusammenstellung bedeutender Ingenieurbauwerke und in den Jahren 1924/25 vollendeter oder im Fortschreiten befindlicher großer Ingenieurbauten gibt einen Ueberblick über ausführende Tätigkeit im Berichtszeitraum. Wertvolle Tabellen über Belastungsannahmen für Straßen- und Eisenbahnbrücken, Angaben über Werkstoffnormen und graphische Hilfstafeln zur Berechnung der Niete und Bemessung der Druckstäbe vervollständigen neben einem Mitgliederverzeichnis der herausgebenden Gesellschaft das mit einem Bild von Baurat Taaks geschmückte Buch, das auch in seinen Fortsetzungen eine wertvolle Bereicherung der Literatur des Ingenieurbauwesens bildet. Rdl. (W. 674a.)

Deutscher Werkkalender 1926. 2. Jahrgang. Abreißkalender mit 125 Blättern im Format 15½×25 cm. Herausgegeben von der Reichszentrale für deutsche Verkehrswerbung, Verlag Karl Gerber, München; Preis RM. 2.50.

Als Gegenstück zu dem hauptsächlich historischen Feldhauskalender bietet dieser Abreißkalender eine ausgewählte Folge von Bildern aus dem heutigen Stand und über die heutigen Leistungen der deutschen Industrie. Innen- und Außenansichten großer Fabrikationsstätten und die Erzeugnisse der deutschen Technik werden in bunter Folge vorgeführt. Der sorgfältigen Auswahl der Bilder und der vorzüglichen Ausstattung müßten jedoch weiterhin die bei den Bildern gemachten Angaben noch etwas mehr Rechnung tragen. Eine einheitlichere Behandlung erscheint erwünscht: so fehlen mehrfach zum Beispiel bei den elektrischen Lokomotiven und Schiffsmotoren die Leistungsangaben, die doch jeden interessieren; ebenso sollte zum Beispiel beim Elektrizitätswerk Gröba angegeben sein, daß es sich um eine Spitzenzentrale mit Diesel-Motoren (Leistungsangabe fehlt ebenfalls) handelt und die auf dem Bilde ersichtlichen Kupplungen erheischen die Erklärung, daß die Generatoren wohl auch als Phasen-Schieber laufen sollen. Beim Kraftwerk Finsing ist als Hersteller die Baufirma genannt, bei der Gesamtansicht des Walchenseewerks dagegen in ungleicher Weise die Siemens-Schuckertwerke. Diese geringen Ausstellungen vermögen den Wert den Kalenders als Belehrungsmittel und Schmuck aber nicht zu beeinträchtigen. (W. 648.)

Vereine — Versammlungen.

Der Bayernwerks-Film wurde in einer Versammlung des elektrotechnischen Vereins München am 2. Januar dieses Jahres erstmals in der Oeffentlichkeit gezeigt. Der außerordentlich instruktive und filmtechnisch prächtig gelungene, durch gutgewählte Standpunkte auch landschaftlich ausgezeichnete Film zeigt in hübschen Trickbildern das Wesen des Walchenseewerkes und seines Speichercharakters, führt von der Isarfassung bei Krünn durch alle Einzelheiten bis zur Leitungsausführung aus dem Kraftwerk und geht dann auf das Bayernwerk über. Die bemerkenswerten Punkte des Leitungsnetzes, sowie die Umspannwerke werden vorgeführt und im letzten Teil in anschaulichster Weise das Aufsuchen und die Behebung einer Störung auf der Freileitung vom Schalterfall in einem Unterwerk und Meldung an die Zentralkommandostelle Karlsfeld bis zum Wiedereinrücken der Störungskolonne gezeigt. Besonders hervorzuheben sind noch die Zeitlupenaufnahmen (man könnte wohl besser den Ausdruck „Zeitdehner" prägen) von Ueberschlägen mit der Betriebsspannung von 110 kV über eine Isolatorenkette; derartige dem Auge zugängliche mächtige Ueberschlagserscheinungen dürften selten zu sehen sein. Der Film (Aufnahme der neuen kinematographischen Gesellschaft, München, welche sich speziell dem wissenschaftlichen Filmwesen widmet) beweist nebenbei, ein welch vorzügliches, aber noch viel zu wenig gewürdigtes Anschauungsmittel das bewegte Lichtbild nicht nur für den Fachmann, sondern auch in weitesten Kreisen sein kann. Ein reicher Beifall lohnte das Bayernwerk, das die Mühen und Kosten sich auferlegte, wie auch den Hersteller. (W. 685).

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 17. Februar 1926.

84d, 2. O. 14 863. Orenstein & Koppel Akt.-Ges., Berlin. Kettenführung bei Hoch- oder Hoch- und Tiefbaggern. 7. 4. 25.

85a, 1. H. 97 241. Rud. A. Hartmann.

Letzter Tag des Einspruches: 24. Februar 1926.

27c, 10. K. 86 936. Kummler & Matter A. G., Aarau, Schweiz. Kompressor für Verdampfungsanlagen mit Brüdenverdichtung. 20. 1. 23.

74b, 1. C. 36 032. Ettore Caretta, Turin, Italien. Vorrichtung um aus der Entfernung den Flüssigkeitsspiegel in einem Behälter mit Hilfe eines beweglichen Organes zu bestimmen. 15. 1. 25.

88a, 5. E. 30 339. The English Electric Company Limited u. Paul Deriaz, London. Innenbeaufschlagte Radialturbine. 26. 4. 23. Großbritannien 27. 4. 22.

84a, 3. L. 60 718. Maxime Laqueille, Valenciennes, Frankreich. Selbsttätiges Segmentwehr. 14. 7. 24.

84c, 2. D. 42 820. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Dortmund. Verfahren zum Auftragen von Baustoffen oder Schutzmassen auf unter Wasser liegende Gegenstände. 2. 12. 22.

84c, 3. H. 97 191. Dr.-Ing. Adolf Haag, Nicolassee, Wannseebahn, Normannenstraße 18. Verfahren zum Ausfüllen des Arbeitsraumes von versenkten Bauwerken. 10. 5. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 7. März 1926.

84a, 4. L. 60 313. Georges Loppens, Lüttich. Staudamm. 28. 5. 24.

84c, 1. E. 27 955. Firma Rudolf van Endert, Düsseldorf. Vorrichtung zum Herstellen von Erdlöchern mit Betonausfüllung. 5. 4. 22.

84d, 2. K. 86 767. Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen a. d. Ruhr. Löffelbagger. 2. 8. 23.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 5 **München, 1. März 1926** **21. Jahrgang**

Die landwirtschaftliche Bedeutung der städtischen Abfallstoffe.

Von Dipl.-Ing. H. Keppner, techn. Direktor der „Mittlere Isar A.-G.".

I. Allgemeines.

Vor dem Krieg ist es der deutschen Landwirtschaft bei reichlicher Viehhaltung und Belieferung mit in- und ausländischen Handelsdüngern nur möglich gewesen, 83% des Brotgetreides zur Ernährung des deutschen Volkes und einen Teil des Futters für die Viehzucht hervorzubringen. Getreide und Futtermittel mußten eingeführt werden. Der Krieg und seine wirtschaftlichen Folgen wirkten vernichtend auf die deutsche Landwirtschaft. Infolge geringerer Viehhaltung ging die Stallmisterzeugung auf etwa 60% der Friedensmenge zurück, die Bodenbearbeitung war mangelhaft und die notwendigen Mengen Kunstdünger konnten zu einigermaßen wohlfeilen Preisen nicht bereitgestellt werden. Die nachstehenden, den amtlichen Statistiken entnommenen Zahlen zeigen, welchen erschreckend hohen Rückgang die Ernteerträge bei den Getreidearten und den Kartoffeln während der Kriegsjahre in Deutschland erreicht haben: *)

Weizen	50%
Roggen	40%
Gerste	80%
Hafer	49%
Kartoffel	47%

Sie lehren gleichzeitig, welche bedeutenden Anstrengungen die Landwirtschaft zu machen hat, um ihre Böden mindestens wieder auf die Ertragsfähigkeit der Vorkriegsjahre emporzuheben.

Nach Dr. Ramm „Aus Luft durch Kohle zum Stickstoffdünger" wären im Düngerjahr 1920/21 zur Sicherung der Ernährung des deutschen Volkes außer Naturdünger noch notwendig gewesen:

500 000 to Stickstoff (N)
450 000 to Phosphorsäure (P_2O_5)
und 800 000 to Kali (K_2O)

Im Düngerjahr 1920/21 und in den folgenden Jahren wurde Kali in fast genügender Menge in den Boden gebracht, während in dem gleichen Jahre nur 42 bzw. 47% der notwendigen N- und P_2O_5-Mengen zugeführt werden konnten. In den folgenden Jahren 1921/22 und 1922/23 steigerten sich die verbrauchten N- und P_2O_5-Mengen zwar auf 53 bzw. 72 und 68 bzw. 80%, um jedoch in den ersten sechs Monaten des Düngerjahres 1923/24 bereits wieder etwa auf den Stand vom Jahre 1920/21 zu sinken. Die Ursache ist außer in hohem Steuerdruck, hohen Bahnfrachtkosten, industriellen Hochpreisen, Kreditnot, anormalem Preisrückgang der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Fehlen eines mäßigen Schutzzolles in dem Mangel an wohlfeilen Düngemitteln zu suchen. Fehlen die Düngemittel, so lebt der Landwirt von der Kraft seines Bodens, d. h. von seinem Kapital, das bald erschöpft sein wird, während andernfalls bei genügender Düngung und dadurch erzielten Mehrerträgen sich Ueberschüsse ergeben, da die Gewinnungskosten annähernd dieselben bleiben.

Wenn es auch den Bemühungen unserer Stickstoffindustrie voraussichtlich gelingen wird, die fehlenden Stickstoffmengen zu erzeugen, so kann das Gleiche nicht von der als Pflanzennährstoff, besonders für das Getreide so wichtigen Phosphorsäure, im Hinblick auf die Umstellung und den Rückgang der Eisenindustrie, sowie die kostspielige Einfuhr von Rohphosphaten gesagt werden. In Deutschland fehlen abbauwürdige Rohphosphatlager, weshalb die Superphosphatindustrie bei der Deckung ihres Bedarfes an Rohmaterialien ausschließlich auf das Ausland angewiesen ist. Bei den derzeitigen wirtschaftlichen Verhältnissen wird deshalb im Laufe des nächsten und der folgenden Jahre mit empfindlichem Phosphorsäuremangel zu rechnen sein. Es genügt aber schon das Fehlen eines einzigen Nährstoffes, um die Ernteerträge nachteilig zu beeinflussen.

Nach dem Liebigschen Gesetz vom Minimum sind im allgemeinen für die landwirtschaftlichen Erträge diejenigen Wachstumsfaktoren maßgebend, die im Mindestmaß vorhanden sind, d. h.: Ueberschuß an einzelnen Nährstoffen, wie zum Beispiel Ueberfluß an Stickstoff bei gleichzeitigem Mangel an P_2O_5, K_2O, Kalk, Bakterien usw. bedeutet durchaus keine diesem Stickstoffüberfluß entsprechende Ertragssteigerung, ja sogar oft eine Schädigung. Der fortschrittliche Landwirt weiß schon lange, daß er ohne eine für das Pflanzenwachstum günstige Bodenstruktur, wie sie bei zweckentsprechender Bodenbearbeitung durch die Humusstoffe und den Bakterienreichtum der Wirtschaftsdünger (Jauche, Stallmist, Kompost, Gründünger) hervorgerufen wird, auch bei reichlicher Verwendung von Kunstdünger nicht dauernd Höchsternten erzielen kann. In der physikalischen und biologischen Beeinflussung des Bodens liegt der unersetzliche Wert der Wirtschaftsdünger.

Die Wirtschaftsdünger und ihre Bereitstellung in möglichst großen Mengen sind also für die Landwirtschaft von größter Bedeutung. Ihre Erzeugung ist jedoch abhängig von der Größe und Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe, wodurch ihr gewisse Grenzen gesetzt sind.

Soll jedoch eine Mehrung der landwirtschaftlichen Erzeugung, welche nach übereinstimmendem Urteil der Sachverständigen möglich ist, und unser Ziel die Lebensmittelversorgung vom Auslande unabhängig zu machen erreicht werden, so gilt es nicht allein, die früheren Zuschußlieferungen des Auslandes an Getreide, Futtermitteln, Fettstoffen und dgl. zu ersetzen, sondern auch, die Ausfälle in der Nahrungsmittelerzeugung wieder auszugleichen, die durch den Raub wichtiger landwirtschaftlicher Betriebe im Osten und den starken Rückgang der Produktion in den uns verbliebenen Gebieten entstanden sind. Bei dieser Sachlage gewinnen Sammlung und Ausnützung aller im Kreislauf der heimischen Wirtschaft sich ergebenden, Dungwert besitzenden Abfallstoffe erhöhte Bedeutung, um so mehr, als sie imstande sind dem Mangel an bakterienhaltigen und humusbildenden Düngern zu steuern. Abfallstoffe werden zwar ständig erzeugt, blieben bisher jedoch im allgemeinen ungenützt liegen, da sie durch billigere, von Industrien erzeugte Stoffe (Kunstdünger) ersetzt und andererseits fehlende Nahrungs- und Futtermittel zu verhältnis-

*) Siehe auch Prof. M. Hönig. Ueber die landwirtschaftliche Verwertung städtischer Abwässer, Technisches Gemeindeblatt, Heft 4, 1923.

Digitized by Google

mäßig niederen Preisen vom Ausland eingeführt werden konnten.

Es ist seit altersher bekannt, daß städtische Abfallstoffe (Abwässer und Hausmüll) sämtliche für die Ernährung der Kulturpflanzen erforderlichen Nährstoffe, teils in gelöster, teils in aufgeschlämmter Form in sehr erheblicher Menge enthalten, aber in den meisten Fällen als lästige Abfallstoffe auf möglichst schnellem Wege beseitigt wurden. Welche Werte unserer Volkswirtschaft dadurch jährlich entzogen werden, darüber geben neuere Untersuchungen Aufschluß, wie sie zum Beispeil auch für die Bearbeitung des Entwurfes für die mit dem Ausbau der Mittleren Isar vordringlich gewordene Regelung der Münchner Abwässerfrage durchgeführt wurden.

Nach Reihenanalysen der Staatlichen Abwasserstation München und mit gebotener Vorsicht aufgestellten Berechnungen enthalten zum Beispiel die Münchner Abwässer im Jahr:

im Klärwasser (Jauche):	3 200 to N
	600 to P_2O_5
	600 to K_2O
im Klärschlamm:	400 to N
	200 to P_2O_5
	100 to K_2O

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen der Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft in München ergibt die Rechnung für den durch Sortierung aus dem Münchner Hausmüll erhaltenen Feinmüll jährlich:

600 to P_2O_5
600 to K_2O

Der Stickstoff ist im Müll in schwer aufschließbarer Form enthalten und wird deshalb nicht in Rechnung gesetzt.

Bedenkt man, daß nach den Preisen vom März 1924:
1 kg N den Wert von Mk. 1,15 (im schwefelsauren Ammoniak
1 kg P_2O_5 „ „ „ —.29 (im Thomasmehl)
1 kg K_2O „ „ „ —.08 (im Kainit)
hat, so handelt es sich — selbst wenn man berücksichtigt, daß ein Teil der Nährstoffe praktisch nicht erfaßt werden kann, durch Gärungserscheinungen und Zersetzungsvorgänge verloren geht und die Düngewirkung nicht vollständig gleich derjenigen des Kunstdüngers zu setzen ist — um Millionenwerte, die jährlich durch die Schwemmkanalisation der deutschen Städte in die Vorfluter gehen, diese verunreinigen und schließlich die Meere düngen bzw. bei der üblichen Müllbeseitigung durch Auffüllen von Kies-, Sand- und Lehmgruben) nutzlos zum Verschwinden gebracht werden.

Solche Berechnungen führen zu Zahlen, welche Veranlassung geben sollten, unter allen Umständen einen Weg zu finden, diese Werte der Allgemeinheit zu erhalten. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe hat allerdings nicht gleichen Schritt gehalten mit derjenigen der tierischen Auswurfstoffe. Der Grund hierfür lag keineswegs in einer geringeren Wertigkeit, sondern vielmehr in der geringeren Handlichkeit und umständlichen und kostspieligen Aufsammlung dieser Stoffe. Die Technik hat jedoch auch hier die notwendigen Mittel an die Hand gegeben und Verfahren ersonnen, die es ermöglichen, auf wirtschaftlich und hygienisch einwandfreie Weise die Abfallstoffe zu erfassen und zu verwerten. Anlagen für die Verwertung der städtischen Abwässer sowie des Hausmülls haben sich praktisch bewährt und sind an verschiedenen Orten mit bestem Erfolg durchgeführt.

II. Verwertung der Klärwässer (Jauche):

Die Abwässer werden am zweckmäßigsten zunächst von ihren gröberen Verunreinigungen befreit und das sogenannte Klärwasser entweder mit Hilfe von Regenapparaten verregnet oder durch ein System von Gräben zum Verrieseln gebracht oder ferner auf mit kleinen Dämmen abgegrenzten Flächen eingestaut. Diese Bewässerung sollte nach Bedarf durchgeführt werden, wobei nach den Versuchen von Geheimrat Krüger jährliche Bewässerungshöhen von 0,3 m genügten, um Ertragssteigerungen von 50% und mehr zu erzielen, besonders wenn etwa fehlende Düngung durch Kunstdünger ergänzt wird. Einseitige Düngung ist zu vermeiden. Stärkere Verunkrautung erfordert an besonderer Behandlung fleißiges Hacken des Bodens.

Zur Verringerung und guten Verzinsung der Anlagekosten werden Verregnungsapparate am vorteilhaftesten für die Beregnung von Gemüsegärtnereien, also für Beregnung hochwertiger Gartenfrüchte angewandt. Aus diesem Grund wohl haben sie sich bisher auch dort am meisten eingeführt. Die Verregnung der Abwässer gibt nicht allein erhebliche Ertragssteigerungen, sondern sichert die Ernte überhaupt. Mißernten sind bei reichlichem Wasservorrat so gut wie ausgeschlossen.

Nachstehend folgen einige Ernteerträge, welche durch Abwässerdüngung erzielt wurden.

Ergebnisse von Steine-Wüstendorf bei Breslau (wilde Berieselung) und in Bremen (Winterberieselung).

Roggen	30 Ztr./ha
Kartoffeln	600 Ztr./ha
Futterrüben	1500—1800 Ztr./ha
Heu	180—200 Ztr./ha

Zum Vergleich dienen die Erträge im Durchschnitt ohne Berieselung in der Münchner Umgebung auf guten Böden:

Roggen	36—40 Ztr./ha
Kartoffeln	250—300 Ztr./ha
Futterrüben	750—900 Ztr./ha
Heu	100—130 Ztr./ha

Das dauernd anfallende Abwasser kann jedoch bei Bewässerung nach Bedarf nicht vollständig auf den Kulturländereien untergebracht werden. Die düngende Bewässerung wird hauptsächlich im Frühjahr und Herbst durchgeführt, so daß während der übrigen Zeit das Klärwasser Abwasserfischteichen, deren Betrieb genügend anpassungsfähig ist, zugeleitet werden kann. Auch während der heißen Jahreszeit ist es zulässig, Klärwasser für Beregnungszwecke abzugeben, da die Abwasserteiche einige Zeit hindurch nur mit dem zur Verfügung stehenden Reinwasser allein gespeist werden können.

Ist die Anlage von Fischteichen aus örtlichen Gründen nicht möglich, so muß, wie zum Beispiel in Darmstadt, zu dem Aushilfsmittel gegriffen werden, das überschüssige Wasser auf Brachländereien, die dort mit Weiden bepflanzt werden, einzustauen, wobei dann etwa weiter unterhalb liegende Nutznießer nicht geschädigt werden dürfen.

III. Verwertung des Klärschlammes.

Wie bereits oben erwähnt, soll das Abwasser vor seiner Verwertung von den grobsinnlichen Stoffen befreit werden. Der bei der Vorbehandlung der Abwässer anfallende Klärschlamm kann frisch, d. h. so wie er in der Kläranlage anfällt, auf Feldern und Wiesen ausgebreitet werden, wie dies zum Beispiel mit Erfolg in Mannheim geschieht, oder nachdem man ihn einem viermonatlichen Ausfaulungs- und mehrtägigen Trocknungsprozesse unterzogen hat, durch Abfahren zu landwirtschaftlichen Zwecken oder zum Auffüllen verwendet werden. Im allgemeinen hat dieser Schlamm noch den Wert des Stallmistes, trotzdem beim Ausfaulen ein großer Teil — erfahrungsgemäß etwa zwei Drittel — der Pflanzennährwerte verloren geht. Beispiele für Faulschlammverwertung weisen u. a. die Städte Stuttgart, Nürnberg, Fürth und Amberg auf.

Der Frischschlamm, welcher noch fast alle Dungstoffe besitzt, enthält 90—95% Wasser; der Gesamtgehalt an nutzbaren Stoffen ist daher im Verhältnis zu seinem Volumen gering. Es müssen daher die einfachsten Vorrichtungen, die möglichst geringe maschinelle Einrichtungen und wenig Betriebskraft erfordern, angewendet werden, um eine Wirtschaftlichkeit des Schlammbeseitigungsverfahrens zu erreichen. Wird deshalb durch einfache Mischvorrichtungen oder durch ein abwechselndes Aufbringen von trockenem Feinmüll und Frischschlamm für eine Mischung beider Materialien gesorgt, so kann die physikalische Eigenschaft des Schlammes wesentlich verbessert und ein brockig streubares Produkt erhalten werden, das bequemer zu landwirtschaftlichen Zwecken verwendet werden kann. Außerdem wird durch die Mischung der Materialien er-

Digitized by Google

reicht, daß nach der oben erwähnten Zusammenstellung ein Mengedünger entsteht, der neben den Pflanzennährstoffen N und K_2O eine Anreicherung an wertvoller P_2O_5 aufweist, so daß also beide Materialien auch in chemischer Beziehung sich gegenseitig in erwünschter Weise ergänzen. -- Die Erfahrung hat bereits gelehrt, daß die Verwendung von Müll allein günstige Ergebnisse liefert. In nächster Nähe von München wird bekanntlich in Puchheim der durch Sortieren erhaltene Grobmüll auf Oedflächen ausgebreitet und mit dem übrigbleibenden Feinmüll oben abgedeckt. Der so entstandene Ackerboden wird in den ersten Jahren mit Futterrüben, dann mit Roggen angebaut. Beide Feldfrüchte bringen seit Jahren Massenerträge, wobei noch eine leichte Kunstdüngung zugegeben wird. Der Roggen wird als Saatgut verkauft. Auch Gemüse- und Obstkulturen liefern auf diesem Müllboden ausgezeichnete Erträge. Wird demnach noch Klärschlamm mit seinem Gehalt an Pflanzennährstoffen und Bakterienreichtum hinzugegeben, so muß eine weitere erhebliche Verbesserung des Müllbodens eintreten. Neuerdings durchgeführte Versuche haben dies auch bestätigt. (Siehe unter IV).

IV. Verwertung des Hausmülls.

Städtischer Hausmüll enthält neben organischen Resten (Kohlen- und Pflanzenasche, Gemüse- und Speiseresten), zahlreiche Sperrstoffe (Glas-, Porzellan-, Tonscherben, Eisenteile usw.) Der landwirtschaftlichen Nutzung haben sich dadurch die größten Schwierigkeiten in den Weg gestellt. Es mußte deshalb die Forderung erhoben werden, durch Sortieren die Sperrstoffe zu entfernen und durch weiteres Absieben der gröberen Aschenreste Feinmüll herzustellen, welcher nunmehr landwirtschaftlich genutzt werden kann.

Auf Veranlassung der Leitung der „Mittlere Isar" A.-G. hat in liebenswürdiger Weise in den Jahren 1922/23 die bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz es unternommen, Freilandversuche mit Mengedünger und Feinmüll durchzuführen, deren Ergebnisse von Oberregierungsrat Lang in den Praktischen Blättern der gleichen Anstalt, Oktober 1923, veröffentlicht wurden. Vergleichende Versuche mit Kunstdünger zeigten, daß Feinmüll und besonders Mengedünger auf den humusarmen Böden, wie sie die Schotterebenen um München darstellen, bei der verhältnismäßig geringen Schütthöhe von 1,25 cm sehr gut wirkten und den Kunstdüngern nicht nachständen. Mengedünger übertraf sogar die Düngewirkung des Kunstdüngers normaler Gaben.

Zur Verhütung von Wachstumstockungen bedarf Mengedünger, für dessen Herstellung seinerzeit frischer Schlamm und Müll verwendet wurde, einer gewissen, Hausmüll einer längeren Lagerzeit.

Ueber die wirtschaftlichste Verwertung des Hausmülls, die zweckmäßigste Größe der Absiebung und die weitere Verwertung des übrig bleibenden Grobmülls hat die Stadt München eingehende Untersuchungen angestellt, welche von Stadtbaurat Bodler in „Technik in der Landwirtschaft" Heft 2, 1924, veröffentlicht sind. Die wichtigsten Ergebnisse seien nachstehend mitgeteilt.

Der Müll der Nachkriegszeit erreicht wohl nirgends mehr den Wert von 800 Wärmeeinheiten, der die Grenze bilden dürfte für eine wirtschaftliche Verwertung des Mülls als Brennstoff. Durch 25—45% Absiebung könnte der Heizwert des Grobmülls erhöht werden auf 1000 bzw. 1210 Wärmeeinheiten. Mit dem nach 25% Absiebungsmüll entstehenden Rest hätte sogar eine größere Wärmemenge erzeugt werden können als mit dem Gesamtmüll.

Der Grobmüll ist deshalb, soferne seine Unterbringung in ausgebeuteten Kiesgruben nicht möglich ist, als Brennstoff zu verwerten, und zwar am zweckmäßigsten unter Dampfkesseln. Der Feinmüll sollte in der Landwirtschaft ausgenützt werden, da sein Düngerwert 1,3—8,6 mal höher ist als sein Wärmewert, je nachdem er allein oder mit Mengedünger bei Futterrüben oder Gerste Anwendung findet.

V. Wirtschaftlichkeit der Verwertungsanlagen.

Die Kosten gliedern sich in solche für:

1. Zusammenfassung und -führung der Abwässer mittels Kanäle usw. an eine bestimmte oder mehrere Stellen der Stadt.
2. Vorbehandlung (Rechen- und Absitzanlagen) der Abwässer.
3. Verwertungsanlagen für Klärschlamm und Klärwasser, und
4. Abtransport des Hausmülls und Verwertungsanlagen hierfür.

Wird die Abwässer- und Schlammverwertung in weitgehendstem Maße, wie oben geschildert, durchgeführt, so rentieren die in einfachster Weise hergestellten Anlagen, volkswirtschaftlich betrachtet, infolge der größeren Nahrungsmittelerzeugung sehr gut. Der allgemeinen Einführung steht jedoch sehr erschwerend der Umstand gegenüber, daß die Einnahmen durch die reichlichen Ernteteigerungen und der mehr ideelle Wert der Bodenverbesserung nicht den Besitzern oder Besitzergesellschaften der Bauanlagen zugutekommen, sondern den die Abfallstoffe ausnützenden Landwirten, von welchen wohl in den meisten Fällen nur Abgaben gefordert werden können. Diese Abgaben sind begrenzt, wie aus folgendem hervorgeht.

1. Schlammverwertung.

Der Gehalt an Nährstoffen der einzelnen Produkte, wie Schlamm- und Klärwasser, ist naturgemäß je nach der Zusammensetzung der Abwässer, des Mülls und des Wassergehaltes des Schlammes verschieden. Als Durchschnittswerte können folgende angenommen werden. Nach den von der „Mittlere Isar A.-G." im Jahre 1920 durchgeführten Analysen enthielt:

Mengedünger:	Frischschlamm:
0,47% N	0,40% N
0,29% P_2O_5	0,22% P_2O_5
0,14% K_2O	0,11% K_2O

Nach den Analysen des Stadtbauamtes Stuttgart vom Jahre 1920 enthält der dortige Faulschlamm:

0,62% N
0,47% P_2O_5
0,26% K_2O
4,81% Kalk

Münchner Feinmüll enthält nach den Analyen der „Mittlere Isar A. G." vom Jahre 1920:

0,30% N
0,38% P_2O_5
0,22% K_2O
25,21% Kalk.

Zum Vergleich seien die Werte für Stallmist angeführt:

0,48% N
0,25% P_2O_5
0,59% K_2O
0,55% Kalk.

Wie hieraus ersichtlich, ist bezüglich der wichtigsten Nährstoffe (N und P_2O_5) -- gleiche Düngewirkung der Nährstoffe in den Naturdüngern vorausgesetzt -- der Klärschlamm dem Stallmist als ebenbürtig zu bezeichnen; der Faulschlamm übertrifft ihn sogar etwas an Nährstoffwert. Daraus geht aber gleichzeitig hervor, daß ein Transport auf weite Entfernungen nicht in Frage kommt und der Klärschlamm wie der Hausmüll muß in der Nähe der Kläranlage bzw. nächst der Stadt eine möglichst restlose Verwendung finden. Die Entnahme des Klärschlammes aus der Kläranlage oder den Schlammtrockenbeeten und das Verbringen auf die Kulturflächen in der erforderlichen Schichthöhe hat unter weitgehendster Verwendung maschineller Einrichtungen zu erfolgen.

Digitized by Google

2. Klärwasserverwertung.

Das Münchner Klärwasser enthält nach den im Jahre 1922 durchgeführten Analysen:

0,0032% N
0,0007% P_2O_5
0,0015% K_2O

Der theoretische Düngerwert könnte also zu etwa —.04 M. für den Kubikmeter Abwasser angenommen werden. Die Münchner Abwässer sind zwar durch Brauereiabwässer und Grundwasser stark verdünnt — auf den Kopf und Tag treffen 644 l Abwasser gegenüber normal etwa 125 l — eignet sich aber deswegen gut für Zwecke der Verrieselung, Verregnung und zur Speisung von Fischteichen. Es ist ohne weiteres verständlich, daß aus diesem Grunde wohl Kosten für längere Rohrleitungen, etwa zum Zwecke der Verregnung auf Aeckern im allgemeinen nicht aufgewendet werden können, wenn die Anlagen wirtschaftlich sein sollen. Wie bereits oben erwähnt, sollten bei intensivster Ausnützung der Abwässer die Klärwässer (Jauche) Fischteichen zugeleitet werden, besonders in der Zeit, in welcher die Klärwässer in der Landwirtschaft nicht benötigt werden.

Abwasser-Fischteiche können bei einfachster Ausführungsweise im Hinblick auf die reichlichen Erträge an Fisch- und Entenfleisch rentabel gestaltet werden. Mit Erfolg wurden Abwasser-Fischteiche u. a. in neuerer Zeit ausgeführt in Amberg, Grafenwöhr, Zerzabelshof bei Nürnburg, Kitzingen und Spandau. Ueber das Abfischungsergebnis in den Abwasserfischteichanlagen in Amberg und Grafenwöhr in dem Betriebsjahr 1921 faßte der Fischereisachverständige sein Urteil wie folgt zusammen: „Die heurigen Ergebnisse in Amberg und Grafenwöhr bestätigen die vertretene Anschauung, daß die biologische Reinigung von Abwässern in Abwasserfischteichen in fischereilicher Hinsicht wirtschaftlich ist und daß daher der Ausbau derartiger Anlagen bei günstigen Wasser- und Geländeverhältnissen (Möglichkeit ausreichender Fischwasserzuführung usw.) empfohlen werden kann".

3. Hausmüllverwertung:

Die Transportkosten spielen in neuerer Zeit eine noch ausschlaggebendere Rolle als früher. Hygienisch einwandfrei arbeitende Müllsortierungsanlagen sollten in nächster Nähe der Stadt angelegt werden, so daß nur mehr die Transportkosten für die geringeren Mengen des Feinmülls in Frage kommen. Handarbeit muß möglichst ausgeschaltet werden. Das Mischen mit Frisch- oder Faulschlamm, sowie das Verbringen und Ausstreuen auf die Kulturflächen hat in ausgiebigstem Maße mittelst mechanischer Einrichtungen zu erfolgen.

Privatwirtschaftlich werden aber auch diese Unternehmungen rentieren, wenn die im Bau und Betrieb einfach gehaltenen Anlagen, welche zur Beseitigung und Bereitstellung der Abwässer zur landwirtschaftlichen und fischereilichen Verwertung dienen, ganz oder teilweise je nach den örtlichen Verhältnissen von den Städten und Gemeinden übernommen werden. Diese Maßnahme ist um so mehr berechtigt, als letztere bei Durchführung der nutzbringendsten Verwertung der Abwässer und des Hausmülls jetzt und für alle Zukunft von der Beseitigung der Abfallstoffe auf zweckmäßigste und allen hygienischen Anforderungen gerecht werdende Art befreit werden und, wie neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Schlammverwertung gezeigt haben, durch die Gewinnung von Methangas recht erhebliche Einnahmen entstehen. Nach den an Kläranlagen gemachten Erfahrungen ist bei Faulschlammerzeugung mit einem Anfall von mindestens 3 cbm Gas/Kopf und Jahr zu rechnen, wobei zu beachten ist, daß das Gas einen höheren Heizwert hat als das normale Leuchtgas.

Gerade in nächster Nähe unserer meisten Großstädte dehnen sich weite Flächen aus, die der Ausnützung harren oder infolge ungünstiger örtlicher Bodenverhältnisse schlecht bewirtschaftet werden. Die Städte selbst bieten aber die Vorbedingungen für eine durchgreifende und dauernde Kultivierung und Besiedlung dieser Oedflächen mit einer seßhaften, sozial hoch zu bewertenden Bevölkerungsschicht. So stehen die neuzeitlichen Bestrebungen des städtischen Siedlungswesens in engstem Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Verwertung der Abfallstoffe. Die rationelle Ausnützung der städtischen Abfallstoffe kann neben der hygienischen Notwendigkeit eine große volkswirtschaftliche und sozialpolitische Bedeutung erlangen und dazu beitragen, auch diese schwierigen Fragen einen wesentlichen Schritt ihrer Lösung näherzubringen. (W. 287.)

Amerika und wir.

Von Dipl.-Ing. Schilhansl, München.

Betrachtungen über den Vortrag von H. B. Taylor, U. S. A. in Wembley.

(Fortsetzung aus Heft 4, Seite 37.)

Soweit Taylor. Zur übersichtlichen Würdigung seiner Ausführungen will ich auf die Turbinenhauptgleichung zurückgreifen:

$$c_{u1}\, r_1 - c_{u2}\, r_2 = \frac{\varepsilon\, gH}{\omega}$$

Darin bedeuten außer den schon bekannten Bezeichnungen

c_u = Umfangskomponente der Absolutgeschwindigkeit,
r = Abstand von der Drehachse,
H = Gefälle,
ω = Winkelgeschwindigkeit des Laufrades,
Index 1 = Eintritt,
Index 2 = Austritt.

Das Produkt $c_u\, r$ ist ein Geschwindigkeitsmoment und sei im folgenden mit dem Buchstaben C bezeichnet. In neuerer Zeit sind Versuche bekannt geworden, die Größe $c_{u2} \cdot r_2$ über die Länge der Austrittskante veränderlich zu machen; in diesem Falle bedeute C einen Mittelwert. Die Turbinenhauptgleichung kann also auch geschrieben werden

$$C_1 - C_2 = \frac{\varepsilon\, gH}{\omega}$$

Wie c_{u1} und c_{u2} sich mit der Belastung ändern, habe ich für einen axialen Schnelläufer im Heft 12, Jahrgang 1925, dieser Zeitschrift durchgerechnet und in den dortigen Abbildungen 9—15 veranschaulicht. Der Verlauf von C_1 und C_2 in Abhängigkeit von der Wassermenge ist in Abb. 5

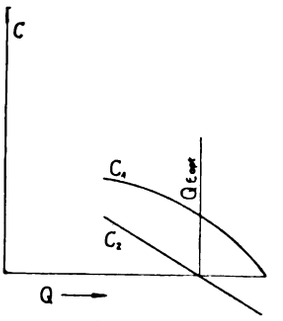


Abb. 5.
Offener Einbau, gerades Saugrohr

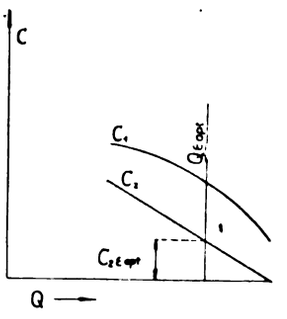


Abb. 6.
Offener Einbau, Moody Saugrohr

dargestellt. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Schaufel so konstruiert ist, daß bei derjenigen Wassermenge und Dreh-

Digitized by Google

zahl, bei welcher das Rad den besten Wirkungsgrad aufweist, $C_2 = 0$ ist. Im Gegensatz zu dieser Konstruktionspraxis lassen die Amerikaner im Punkte besten Wirkungsgrades ein von 0 verschiedenes C_2 zu. Für C_2 kann natürlich jeder beliebige Wert gewählt werden; die Turbinenhauptgleichung sagt nur etwas über die Differenz der Geschwindigkeitsmomente aus. Einer bereits vor mehreren Jahren erschienenen Veröffentlichung von Rogers und Moody entnehme ich, daß C_2 dabei so gewählt wird, daß die Summe aus Schaufelreibungsverlust und Austrittsverlust ein Minimum wird. Will ich die Geschwindigkeitsverhältnisse in einer amerikanischen Turbine entsprechend der Abb. 5 darstellen, so muß ich lediglich die C_1 und C_2 = Kurven um den Betrag, den C_2 im Wirkungsoptimum hat und der als $C_{2\ opt}$ bezeichnet werde, in Richtung der Ordinatenachse nach oben verschieben. Ich erhalte so Abbildung 6.

Bei der Frage $C_2 = 0$ oder $C_2 =$ trennen sich die Wege des europäischen und amerikanischen Wasserturbinenbaues und werden diesseits und jenseits des Ozeans mit größter Konsequenz weiter verfolgt, besonders auch im Hinblick auf die Ausbildung von Spirale und Saugrohr. In einer Zulaufspirale mit darauffolgendem Stützschaufelring oder in einer Ablaufspirale mit vorhergehendem Stützschaufelring verteilen sich die Geschwindigkeiten über die einzelnen Spiralquerschnitte nach dem Gesetz $c_u \cdot r = \text{const}$. Diese Konstante sei wiederum mit C bezeichnet und ihr für die Einlaufspirale der Index 0, für die Ablaufspirale der Index 3 zugeordnet. Es ist unschwer nachzuweisen, daß bei Wechsel der Beaufschlagung in der Spirale das Verhältnis von c_m zu c_u annähernd konstant sein muß, wobei c_m die meridionale oder radiale Komponente bedeutet, so daß die Kurven C_0 und C_3 in Abhängigkeit von der Wassermenge Q als Gerade erscheinen müssen, die durch den Koordinatenanfangspunkt gehen (Abb. 7 und 8). Aus leicht begreiflichen Gründen wird man die Querschnitte der Ablaufspirale größer halten als die der Einlaufspirale, weshalb auch C_3 kleiner ausfällt als C_0. In Abb. 8 erscheint daher die Gerade C_3

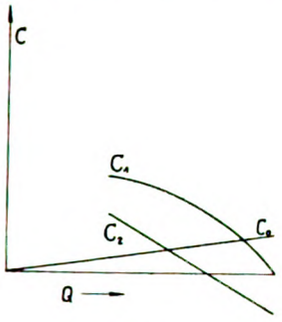


Abb. 7.

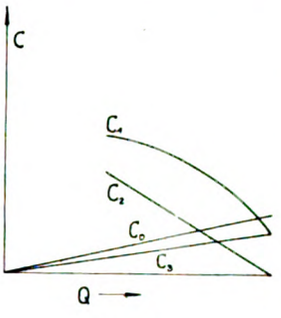


Abb. 8

Abb. 7. Zulaufspirale, gerades Saugrohr.

Abb. 8. Zulaufspirale Moody Saugrohr, Ablaufspirale

Abb. 9. Gerades Saugrohr.

Abb. 10. Moody Saugrohr mit symmetrischem Ablauf.

Abb. 11. Moody Saugrohr mit Spiralablauf

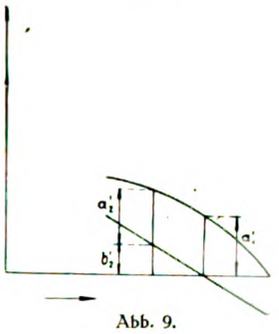


Abb. 9.

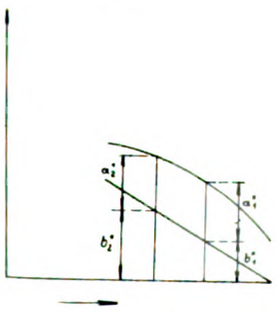


Abb. 10.

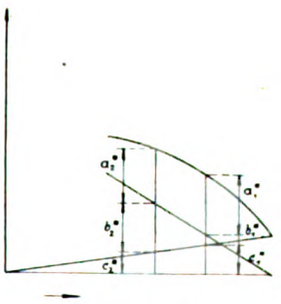


Abb. 11.

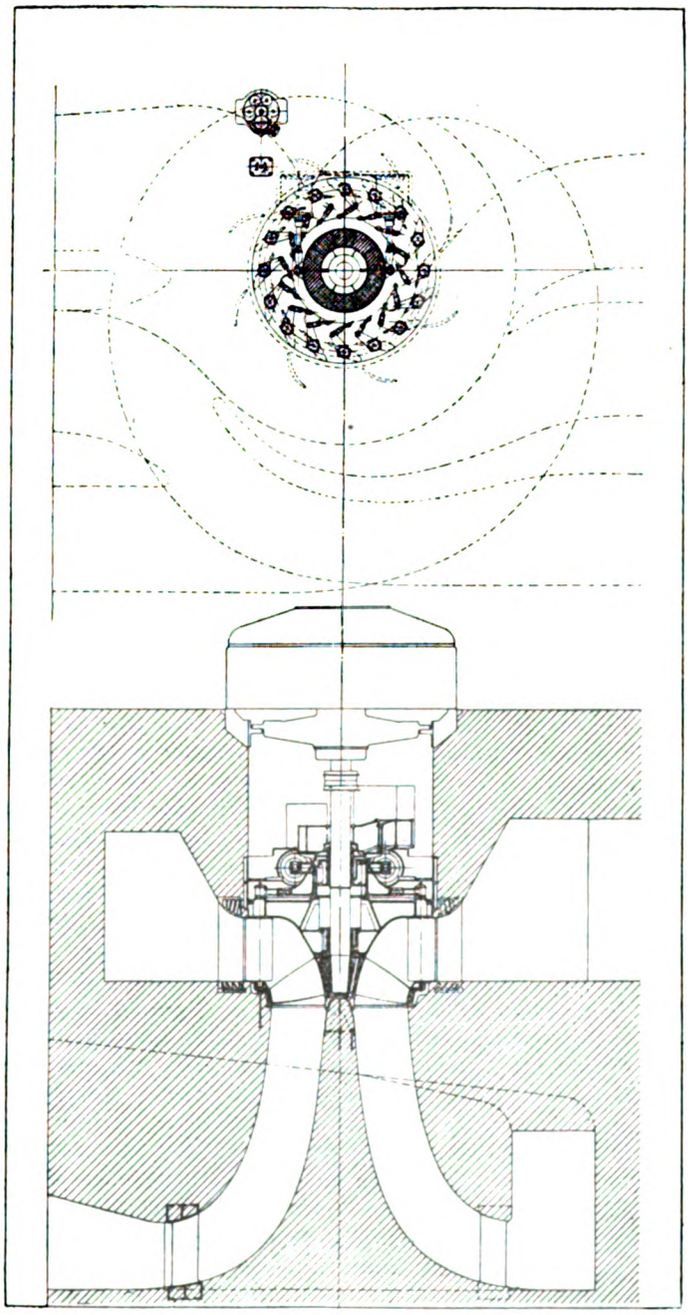


Abb. 12. St. Maurice Power Company.

Digitized by Google

flacher geneigt als C_0. Abb. 9 und 10 dienen zur Beurteilung der Umsetzungsverhältnisse im Laufrad und Saugrohr für **Laufräder mit $C_{2opt} = 0$ und $C_{2opt} \neq 0$. Im ersteren Falle** wird im Punkte besten Wirkungsgrades das gesamte, vor dem Laufrad herrschende Geschwindigkeitsmoment a_1' — sei es nun durch eine Zulaufspirale mit Leitapparat oder durch einen Leitapparat allein eingeleitet — im Laufrad in nutzbares Drehmoment umgesetzt. Dem Saugrohr fällt nur die Aufgabe zu, die Energie der Meridiankomponente zurückzugewinnen. Im zweiten Falle müssen wir unterscheiden, ob ein Moody- oder White-Saugrohr mit symmetrischem Ablauf (Abb. 10) nach der älteren Ausführung oder mit spiraligem Abfluß nach der neueren Methode (Abb. 11) hinter dem Laufrad sich befindet. Bei der früheren Konstruktion wird das vor dem Laufrad herrschende Geschwindigkeitsmoment nur zum Teil (a_1'') im Laufrad in nutzbares Drehmoment umgewandelt, der Rest b_1'' muß vom Saugrohr zurückgewonnen werden. Bei den neueren Ausführungen teilen sich Saugrohr und Ablaufspirale in dieser Aufgabe, indem im Saugrohr der Betrag b_1'' zurückgewonnen werden soll und in der Abflußspirale der Betrag c_1''. Bei Teilbeaufschlagungen ändern sich die Verhältnisse wie folgt: Bei Laufrädern mit $C_{2opt} = 0$ wird der Anteil a_2' des vor dem Laufrad herrschenden Geschwindigkeitsmomentes im Laufrad in nutzbare Arbeit umgesetzt; im Saugrohr muß der Betrag b_2' zurückgewonnen werden. Bei den Laufrädern mit $C_{2opt} \neq 0$ liegen die Verhältnisse beim symmetrischen Ablauf prinzipiell gleich, jedoch stellen wir fest, daß b_2'' wesentlich größer als b_2' ist; sobald jedoch eine Abflußspirale vorhanden ist, wird von dem aus dem Laufrad austretenden Geschwindigkeitsmoment der Anteil b_2''' im Saugrohr und der Anteil b_2''' in der Ablaufspirale umzusetzen sein: hier kann festgestellt werden, daß b_2''' kleiner ist als b_2'', aber immer noch größer als b_2'.

Die in Abb. 9 dargestellten Vorgänge bleiben bei Laufrädern mit $C_{2opt} = 0$ im wesentlichen dieselben, wenn statt des geraden Saugrohres ein Saugkrümmer hinter dem Laufrad sitzt. Man hat nur in Betracht zu ziehen, daß der Wirkungsgrad des Krümmers etwas schlechter ist als der des geraden Saugrohres; daß es möglich ist, Krümmer mit sehr hohen Wirkungsgraden zu entwickeln, zeigen beispielsweise die systematischen Versuche der Königlichen Wasserfall-Direktion Stockholm anläßlich des Baues von Lilla Edet. Auf der anderen Seite muß gesagt werden, daß Ausführungen nach Abb. 4 i, welche eine schematische Darstellung der von J. P. Morris gebauten Anlage St. Maurice Power Company (Abb. 12), den Schlußstein des von $C_{2opt} \neq 0$ ausgehenden amerikanischen Gedankenganges bilden. Die Möglichkeit, sich für die Laufrad-Konstruktion dadurch Vorteile zu verschaffen, daß man $C_{2opt} \neq 0$ macht, soll nicht geleugnet werden, aber es ist offensichtlich, daß die Verluste bei der Rückgewinnung größer sein müssen, da größere Beträge C_2 nach dem amerikanischen Konstruktionsprinzip zurückgewonnen werden müssen, und es ist wahrscheinlich, daß dadurch die im Laufrad gewonnenen Vorteile wieder aufgewogen werden. Ich habe schon oben erwähnt, daß die Vorgänge in Schnelläufern amerikanischer Herkunft um den Betrag C_{2opt} verschoben erscheinen. Es ist nicht denkbar, daß diese Transformation verlustlos vor sich geht. Die von Taylor erwähnten Versuche, welche eine Ueberlegenheit des Moody-Saugrohres über das gerade konische Saugrohr und den Krümmer dargetan haben, beweisen im Grunde genommen nichts anderes, als daß man ein Laufrad mit $C_{2opt} \neq 0$ nicht über ein gerades konisches Saugrohr oder einen Krümmer setzen darf.

Wir sehen also, daß in Amerika eine a n d e r e Lösung desselben Problemes gesucht und gefunden wurde, als in Europa. Die Feststellung, ob eine der beiden Lösungen besser sei als die andere, und der Streit um eine solche Feststellung, möge von denen ausgefochten werden, die ein Interesse an einer soichen Feststellung haben.

Ueber die übrigen Kapitel des Taylorschen Vortrages sei nur noch kurz berichtet:

Zur Verringerung des Spaltwasserverlustes in Hochdruckspiralturbinen werden allgemein Labyrinthdichtungen, seit neuerer Zeit auch Gummidichtungen, die sich sehr gut bewährt haben, verwendet. Als Halslager für große Niederdruckturbinen kommen vielfach Pockholzlager mit nachstellbaren Lagerschuhen in Frage. Auch ist die Verwendung von Weichgummi in Lagern vorgeschlagen worden. Die Anwendung von Bruchgliedern zwischen Leitschaufelhebel und Regelring zählt ebenfalls zu den nennenswerten Verbesserungen. Unter bemerkenswerten Hilfsausrüstungen der Kraftanlagen sind Druckregler, Drosselklappen und Johnson-Ventile zu nennen. Unter den Neukonstruktionen von Ejektoren sei die Moody-Ejektor-Turbine erwähnt, welche

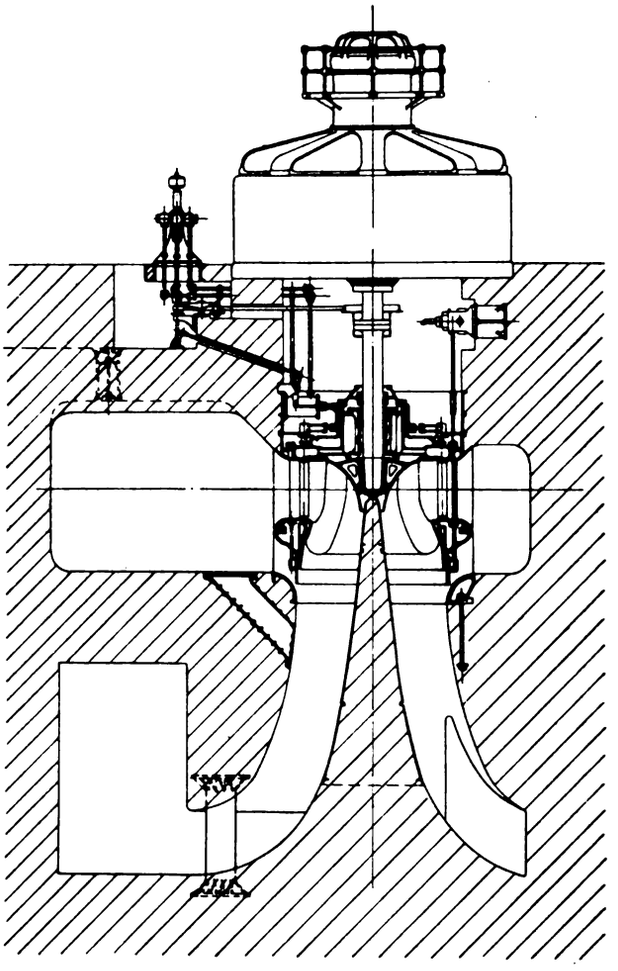


Abb. 13. Moody Ejektor Turbine.

Digitized by Google

unterhalb des Leitrades eine ringförmige, regulierbare Verbindung von Spirale und Saugrohr (Abb 13) vorsieht, sowie der Thurlow-Gefällevermehrer, bei welchem die Turbine im Wehr selbst sitzt und das über die Wehrkrone überschießende Wasser eine stehende Welle hinter dem Saugrohraustritt und damit eine Absenkung des Unterwasserspiegels dortselbst erzeugt.

Die Entwicklung neuer Laufradtypen wird durch Versuchsarbeit in Laboratorien und die Prüfung großer Anlagen gefördert. Unter den Wassermethoden sind das Gibson-Meßverfahren [1]) und die Allensche Salzlösungsmethode [2]) in Aufnahme gekommen. (W. 554.)

[1]) Z. d. V. d. I. 1921, S. 806.
[2]) Die Wasserkraft 1924, H. 16, S. 297.

Der Einfluß der Achsendrehung der Erde auf die Flüsse.

Von Geh. Baurat Robert Bassel, Berlin.

Vielfach ist von Forschungsreisenden darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Flüsse ihre rechten Ufer angreifen und infolgedessen die rechten Ufer steil, die linken flacher sind. Ich füge nachstehend einen Auszug aus einem derartigen Bericht an.

„In Rußland und Sibirien läßt sich mit überzeugender Deutlichkeit erkennen, welche Wahrheit jener Gelehrte entdeckt hat, der — ich glaube, es war Baer — den Satz aufstellte, daß alle Ströme der nördlichen Halbkugel, die von Nord nach Süd oder in entgegengesetzer Richtung fließen, das Bestreben haben, fortwährend ihr rechtes Ufer anzugreifen, zu unterwühlen und auf diese Weise steil zu machen, während die in den gleichen Richtungen sich fortbewegenden großen Flüsse der südlichen Halbkugel unaufhörlich ihr linkes Ufer bedrängen. Beide Erscheinungen hängen bekanntlich mit der Rotation der Erde zusammen, doch bliebe es denjenigen Lesern, denen dieser Gedanke etwa neu sein sollte, überlassen, die nähere Erklärung auf dem Wege eigenen Nachdenkens zu finden. Meinerseits will ich nur erwähnen, daß ich die Wirkungen jenes Gesetzes sowohl am Dnjepr und an der Wolga als auch am Tobol und Irtisch bestätigt gefunden habe."

In den letzten Jahren haben amerikanische Ingenieure bei versuchter Gradlegung krummer Flußstrecken die Beobachtung gemacht, daß die rechten Ufer der Neustrecken in Abbruch gerieten und haben die Ansicht geäußert, daß die Natur eine Abneigung gegen Gradlegungen habe. Wie weit dies richtig ist, soll nachstehend untersucht werden. Insbesondere, da eine rechnungsmäßige Behandlung des Einflusses der Erddrehung meines Wissens bisher nicht veröffentlicht ist.

Wenn ein Wasserteilchen sich von Süden nach Norden bewegt, so hat es am Ausangspunkt die Geschwindigkeit von Osten nach Westen, welche dem Breitengrad entspricht, also $\frac{\cos \varphi \; 40000}{24}$ in der Stunde, wenn φ den Breitengrad bezeichnet. Es drückt daher mit der Differenzgeschwindigkeit gegen das rechte Ufer und wenn v die Geschwindigkeit pro Stunde ist, mit

$$\frac{[\cos \varphi - \cos (\varphi + v)]\; 40000}{24}$$

Es sei die Geschwindigkeit des Flußwassers 0,52 m/Sek., d. i. in der Stunde 1875 m oder 1 Bogenminute der Breite. Dividiert man die seitliche West-Ost-Bewegung durch den Flußweg in der Stunde, so erhält man

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{[\cos \varphi - \cos (\varphi + 1')]\; 40000}{24 \quad 1{,}875}$$

wenn α den Winkel bezeichnet, unter welchem das Wasser gegen das rechte Ufer drängt.

$$\operatorname{tg} \alpha = 888{,}8\; [\cos \varphi - \cos (\varphi + 1')]$$

Der Winkel ist daher verschieden in verschiedenen Breitegraden.

für $\varphi = 20^0$ ist $\alpha = 5^0\; 51'$
„ „ $= 30^0$ „ „ $= 7^0\; 21'$
„ „ $= 40^0$ „ „ $= 9^0\; 26'$
„ „ $= 50^0$ „ „ $= 11^0\; 12'$
„ „ $= 60^0$ „ „ $= 12^0\; 34'$
„ „ $= 70^0$ „ „ $= 13^0\; 38'$

Die Angriffskraft ist also am Aequator gleich Null und wächst erheblich mit zunehmender Breite. Eine Aenderung der Wassergeschwindigkeit von 0,1 ms bis 1,0 ms ergibt nur ganz unbedeutende Aenderungen des Winkels. Es muß daher der Stromstrich nicht in der Mitte, sondern näher dem rechten Ufer liegen.

Es mögen hier zwei Beispiele angeführt werden, um die vorgenannte Wirkung zu zeigen, und dieselbe ist natürlich auch für die Richtung Nord-Süd in gleicher Weise wirksam.

Der Mississipi von Cairo bis Baton-Rouge fließt fast genau nord-südlich und ist fortwährenden Aenderungen und Krümmungsbildungen unterworfen, weil das rechte Ufer nach jedem Hochwasser in jedem Jahre angegriffen wird und neue Krümmungen entstehen, da der Boden aus feinem Sande besteht, während weiter südlich der Flußlauf nach Osten schwenkt und hier, obgleich der Boden aus feinem Schlamm besteht, die Uferabbrüche nicht stattfinden.

Die Donau fließt vom eisernen Tor durch angeschwemmtes Land und greift trotzdem ihre Ufer nicht an, weil sie von West nach Ost fließt, erst kurz vor ihrer Mündung wendet sie sich nach Norden und hier finden dann zahlreiche Uferangriffe und Bildung von Krümmungen statt. Es folgt hieraus, daß man bei den Flüssen zunächst das rechte Ufer schützen muß, das man bei Gradelegungen zweckmäßig das rechte Ufer gebogen, das linke hohl gestaltet, damit durch die Krümmung der Stromstrich vom rechten Ufer nach dem linken abgelenkt wird. Auch bei Hafenmündungen wird man bei der Gestaltung der Molen auf die Wirkung der Erddrehung Rücksicht nehmen müssen. Bei den Versuchsanstalten wird man voneinander abweichende Ergebnisse erhalten, wenn diese in verschiedenen Breitengraden und unter verschiedenen Winkeln zum Längengrade liegen.

Man wende nicht ein, daß bei so kleinen Abmessungen die Erdwirkung zu unbedeutend sei. Die Wirkung ist auch bei den kleinsten Abmessungen im Verhältnis gleich. Man kann sich hiervon leicht überzeugen durch die Trichter-

Digitized by Google

bildung von ausströmendem Wasser aus einer Bodenöffnung eines Gefäßes. Es bildet sich hierbei stets eine der Drehung der Uhr entgegengesetzte Drehbewegung aus, denn das von Norden zufließende Wasser drängt nach Westen, das von Süden zufließende nach Osten.

Bei vorstehenden Ausführungen ist angenommen, daß bei der Bewegung der Massenteile in Ost-West-Richtung die Erdbewegung ohne Einfluß ist. Dies ist nicht ganz richtig. Durch die Erddrehung unterliegen die Massenteile der Zentrifugalkraft in einer Ebene parallel dem Aequator. Zerlegt man diese in einen Teil senkrecht zur Erdoberfläche und einen Teil rechtwinklig hierzu, so ergibt sich bei West- oder Ostbewegung gleichfalls ein Rechtsdruck.

Derselbe ist aber unbedeutend im Vergleich zu dem der Nord-Süd-Bewegung. Der Beweis ist dadurch erbracht, daß bei den amerikanischen Versuchen über die Druckwirkung der Lokomotiven auf die Schienen sich gezeigt hat, daß auf der nord-südlichen Versuchsstrecke stets die rechte Schiene einen Ueberdruck erhält, dagegen bei der west-östlichen Versuchsstrecke stets die südliche Schiene einen geringen Mehrdruck aufweist. (W. 408.)

(Aus: „Zeitschrift für Binnenschiffahrt" 1925, Heft 2.)

Rundschau

Wirtschaftliches.

Wasserkraftsteuer in der Tschechoslowakei. Die tschechoslowakische Regierung hat die (schon im November 1923 auf 2 h je PSh herabgesetzte) Wasserkraftsteuer nun auf 1 h je PSh ermäßigt. Ferner wird allen nach dem 1. Januar 1926 errichteten und in Betrieb gesetzten Wasserwerken die vollkommene Befreiung von der Wasserkraftsteuer für die ersten 15 Jahre zuerkannt und diese Befreiung auf die seit 1. Juni 1919 errichteten und in Betrieb gekommenen Wasserwerke ausgedehnt, wenn diese letzteren ihre Unrentabilität in der bisherigen Betriebszeit nachweisen, soferne das Anlagekapital nicht in solchem Maße abgeschrieben wurde, daß es in weniger als 30 Jahren amortisiert ist. — Diese Befreiung tritt also dann ein, wenn das Erträgnis unter 10% (5% Kapitalzins + 1,5% Abschreibung + 3,5 % Mindest-Unternehmergewinn) bleibt.

(Techn.-ind. Rundschau u. Anzeiger.) (W. 692.)

Neue italienische Verordnungen und Gesetze. Die „Annali delle utilizzazione delle acque" veröffentlichen in Bild 4, Jahrgang 1925, eine Reihe neuer Vorschriften:

Die „königl. Verordnung vom 7. August 1925 über die Bestellung und Abnahme elektrotechnischen Materials für staatliche Behörden" enthält ähnlich unseren „Normalien" u. a. die Vorschriften über Wirkungsgradbestimmung, Uebertemperaturen, Isolationen, Klemmen- und Schaltungsbezeichnungen und über die in Angeboten abzugebenden Daten.

Die „königl. Verordnung vom 17. Sept. 1925 über Maßnahmen zugunsten der Erzeugung und Ausnutzung hydroelektrischer Energie" verlängert die früheren diesbezüglichen Vorschriften (vgl. ds. Zeitschr. 1922, S. 357, und Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 171) bis 31. Dezember 1928 und erhöht den Zuschuß auf 60 Lire je hydraulische PS.

Die „Statuten des Instituto di Credito (Creditinstitut) für die gemeinnützigen Untersuchungen" regelt die Verkehrsbedingungen dieses der Finanzierung von Energie-Erzeugungs- und Fortleitungsanlagen zu öffentlicher Versorgung dienenden Institutes.

Angefügt ist noch der französische Erlaß vom 30. April 1924 über „les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie electrique" (techn. Bedingungen für die Zulässigkeit von elektrischen Energieverteilungsanlagen.)

Bezüglich der Einzelheiten der zum Teil umfangreichen Vorschriften muß aus Raummangel auf die Quelle verwiesen werden. (W. 693.)

Die Energieversorgung von Innsbruck, welche entsprechend ihrer geschichtlichen Entwicklung auf mehr als 30 Jahre zurück noch auf Zweiphasenstrom mit 42 Perioden beruht (Sillwerk und das alte Kraftwerk Mühlau) muß nunmehr entsprechend dem künftigen Zugang des Aachenseewerkes unter Eingliederung in die allgemeine Versorgung auf Drehstrom 50 Per. umgestellt werden. Es erfolgt dies in der Weise, daß der Umbau des Kabelnetzes in dem Maße von Neuzugängen und Erweiterungen auf Drehstrom umgestellt und das immer mehr abnehmende Zweiphasennetz durch Scott'sche Transformatoren an das Drehstromnetz angeschlossen wird. Im Sillwerk werden zunächst zwei der alten vor etwa 20 Jahren in Betrieb gekommene Maschinensätze von je 2500 PS Leistung mit Zweiphasengeneratoren entfernt und durch einen Drehstromsatz von 7500 PS, 50 Perioden, ersetzt, der zusammen mit dem Netz der Tiwag auf die genannten Transformatoren arbeitet. Nach und nach wird das Sillwerk dann weiter auf Drehstrom umgebaut. (Wasserwirtschaft Heft 3, 1925). (W. 688.)

Vortragsreihe über die wirtschaftliche Erschließung Transkaukasiens unter besonderer Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse von Georgien, Armenien und Aserbeidschan. — Die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen lud gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft für Ausland- und Kolonialtechnik (Akotech) zu folgenden Vorträgen ein: Prof. Ludin: Wasserwirtschaftliche Aufgaben Transkaukasiens; Dr.-Ing. Enzweiler: Bau der Wasserkraftanlage Zemo-Awschaly bei Tiflis; Prof. Ludin: Grundlagen der Wirtschaft Transkaukasiens, am 2., 9., 16. Dezember in der Technischen Hochschule Berlin. Im Auftrage der Regierungen der transkaukasischen Sowjetstaaten sind Studien und Projektbearbeitungen zur möglichst restlosen Erfassung der Wasserkräfte vorgenommen worden. Charakteristisch ist die unterschiedliche Gestaltung des Landes im Westen und im Osten: im Westen subtropisches Klima und Niederschlagshöhen bis zu 2500 mm, Flußgebiete des Rion und Zschenis-Zkali, Ferromanganerzeugung und Eisenbahn als Abnehmer; im Osten Steppenklima, Niederschläge bis herab zu 200 mm, Flußgebiete der Kura und des Araxes, Bewässerungs- und Entwässerungsinteressen, gegebenenfalls Kraftbedarf als Ersatz für den Eigenbedarf an Erdöl im Naphtagebiet von Baku. Dazu kommt der geologisch-orographische Aufbau des Landes, das Fehlen von Seen mit Ausnahme des 2000 m hoch gelegenen 1400 km² großen Goktschasees, der sich entweder für den Osten oder den Westen des Landes anzapfen ließe und bei einer zulässigen Absenkung von 35 bis 40 m bis zu 30 Milliarden cbm liefern

Digitized by Google

könnte, die natürlich auf lange Jahre hinaus verteilt werden könnten. Für den Rion, der etwa den Abfluß-Charakter des Oberrheins vor seinem Eintritt in den Bodensee besitzt, die Kura, die bei Tiflis etwa die Wasserführung der Elbe bei Magdeburg hat, und den wasserarmen, aber gefällreichen und großes Einzugsgebiet besitzenden Arax sind alle nötigen Erhebungen, Uebersichtsprojekte, sowie für den Rion Einzel- und Gesamtprojekte aufgestellt, zum Teil schon ausgeführt. Um die Bewässerung des Ostens waren bereits 1860 englische Ingenieure bemüht, es trat jedoch mangels gleichzeitiger Entwässerung stellenweise Versalzung des Bodens auf; erst eine regelrechte Wasserwirtschaft wird dies alte Kulturland wieder fruchtbringend auszunutzen gestatten. Wesentlich ist bei allen Flüssen die außerordentliche Geschiebeführung. Hiervon konnte man sich an den Bildern des zweiten Vortrages überzeugen, der nach kurzer Beschreibung der 16 000 (im zweiten Ausbau 32 000) PS liefernden Wasserkraftanlage (3½ km Obergraben von 8½ m Sohlenbreite, 22 m Wassergefälle, vier eiserne Druckleitungen je 4 m Durchmesser, stehende Francisturbinen ähnlich Aufkirchen, 37 000-Voltleitung, mit Transformatoren in Stadtnähe) wesentlich den Bau des Wehres behandelte. 1922 zu 3 Millionen Goldrubeln projektiert, im Eigenbetrieb (Löhne 0,6—4½ Rubel je Kopf und Tag) begonnen, erfolgte 1924 Neuprojektierung durch die Siemens-Bauunion und Uebertragung auf Grund eines Selbstkostenvertrages unter Gewährung einer Pauschalentschädigung für Organisation, Stellung sachkundigen Personals, Verantwortung usw. Mit drei Wehröffnungen je 13 m Lichtweite, 10 m fest, 7 m beweglich; 5 Saughebern für 90 cbm, die innerhalb 6 cm Spiel den Wasserstand halten, Fischpaß, Eisüberlauf, Sandablaß vor den Einlaufschützen, bietet das Wehr, dessen Sturzbettform auf Grund von an Ort und Stelle vorgenommenen Modellversuchen im Maßstab 1 : 50 (Bedingung geringster Auskolkung unterhalb) an sich keine Besonderheit. Dagegen ist die Bauausführung dadurch interessant, daß die Wehrstelle an einer im Flußbett sich bietenden Felseinengung festlag, eine Rammung durch die 7—8 m starke Geröllschicht bzw. den blanken Fels nicht möglich war und Hochwasser während der Bauzeit zu erwarten war. Die eine Bergnase wurde daher für 400 cbm vor dem Bau durchstochen, das wirklich auftretende Hochwasser aber war noch stärker und rechtfertigte die außerordentlich massiv und solide durchgeführte Baugrubenabschließung durch Fangedämme mit 3 m breiten Betonkernen, Erdschüttung, Steinabdeckung usw. oberhalb und unterhalb. Die hierbei zurückbleibenden Geschiebemengen lassen erkennen, daß trotz des bestehenbleibenden Durchstiches und Kies- und Sandschleuse dauernde Baggerung nötig sein wird. Man hofft, Februar 1926 mit dem Wehrbau, Oktober 1926 mit dem Krafthaus fertig zu sein; die Gesamtkosten werden etwa 15 Millionen Rubel, d. h. 2,7 Kopeken je kWh im ersten, 1 Kopeke je kWh im zweiten Ausbau betragen. Bemerkenswert ist das auch für kleinste Einzelarbeiten übliche Akkordsystem und die mit Baderäumen, unentgeltlichen Theatervorführungen, Krankenversorgung u. a. ausgestattete soziale Fürsorge für die 5000 Arbeiter. — Der letzte Vortrag behandelte die geographisch-klimatischen Bedingungen, die Siedlungsmöglichkeiten, Land- und Forstwirtschaft, Bergbau und Stoffwirtschaft (Steine, Salze, Schwefel, Asbest, Eisen, Kupfer, Mangan, Naphta), Industrie, Handel und Verkehr (Landbrücke nach Innerasien, günstige Eisenbahnverhältnisse) sowie die Betätigungsmöglichkeiten für deutsche Arbeit. Der Wettbewerb Amerikas ist spürbar, da Rußlands Ziel vielfach auf Verbindung amerikanischer Arbeitsmethoden mit der Leistungsfähigkeit der einheimischen Arbeiter gerichtet ist. An Maschinen herrscht, solange Rußland selbst noch keine herstellt, großer Bedarf, allerdings unter langen Kreditgewährungen.

(W. 673.) Regierungsbaumeister Eisner.

Wasserbau

Das projektierte Laboratorium für Wasserbau an der eidgenössischen technischen Hochschule Zürich. Mit Unterstützung des S. I. A., der G. E. P., des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, der S. B. B. und der Schiffahrtsverbände wurden im Jahre 1924 eingehende Ausführungspläne für ein neues großes Wasserbaulaboratorium aufgestellt, nachdem die vom Bund hierfür zur Verfügung gestellten Mittel im Laufe der Projektierungsarbeit erschöpft waren. Das Laboratorium teilt sich in eine Niederdruckanlage und eine Hochdruckanlage, Abb. 1 und 2. Die Niederdruckanlage erhält zwei Versuchsrinnen mit Beobachtungsglaswänden und Beobachtungsbühnen; das Betriebswasser kann entweder unmittelbar der Rücklaufrinne oder bei Versuchen mit Sandführung einem Sandfang zugeleitet werden, um im letzteren Falle das Umlaufwasser wieder zu klären. Die eine Rinne dient hydraulischen Versuchen, die daneben liegende Rinne II ist als Flußbaurinne gedacht. Die beiden einander gegenüberliegenden Wände der Rinnen I und II sind wegnehmbar, so daß beide Rinnen verbunden werden können. Es ist vorgesehen, beide Rinnen zur genauen Ermittlung der Profile, Wasserspiegel usw. mit Meßwagen zur Aufnahme der nötigen Apparate zu versehen, welche auf gehobelten Schienen laufen. Jede Rinne erhält eine Länge von etwa 30 m. — Eine dritte Rinne ist als bewegliche Rinne (Abb. 2) ausgeführt und kann bis zu einem Maximalgefälle von 10% geneigt werden. Sie liegt auf einem kippbaren Tragwerk.

Die Hochdruckanlage soll Untersuchungen von Bewegungsvorgängen in geschlossenen Rohrleitungen und überhaupt Versuchen mit größerem Gefälle dienen, insbesondere sind Wasserschloßprobleme vorgesehen. Ein Druckstollen wird durch eine Rohrleitung ersetzt, ferner wird derselben ein Regulierschacht mit einer Höhe von 10 m und einer Ueberfall-Länge von rund 200 m durch rahmenförmige Ueberlaufrinnen zur Konstanthaltung des Wasserspiegels vorgeschaltet. Verschließbare Fenster ermöglichen die Durchführung von Versuchen mit Saugüberfällen, Energievernichtern und dergl. Die Ringleitung weist eine Längenentwicklung von 115 m bei 40 cm l. W. auf entsprechend einem Stollendurchmesser von 4 m bei einem Modellmaßstab von 1 : 10, wobei der Wasserdruck bis auf 100 m und die Wassermenge bis auf 150 l/Sek. gesteigert werden kann. Zur Wasserförderung sind vier Pumpen aufgestellt, welche die Gesamtförderung auf 50, 100, 150 und 200 l/Sek. abzustufen gestatten. Die letztere Pumpe dient auch zur Versorgung der Hochdruckanlage mit 150 l/Sek. Zur Wassermessung dienen Meßbehälter mit scharfkantigen Ueberfällen mit Seitenkontraktion und je nach Wassermenge recht-

Digitized by Google

eckigem oder dreieckigem Ausfluß. Die Eichung der Ueberfälle erfolgt mittels Meßbehältern.

Eine Prüfstation zur Bestimmung besonderer Leitungsverluste und zur Eichung von Wasermessern besteht aus zwei kleineren Regulierschächten aus Eisenbeton, in deren Verbindung das Untersuchungsobjekt eingebaut werden kann. Durch Veränderung des Wasserspiegelunterschiedes in den beiden Behältern können die Wassermengen bzw. Drucke eingestellt werden. Drei elektrische Drei-Motorenkrane, wovon zwei eine Tragkraft von je 2 t, der dritte von 3 t besitzt, bestreichen sämtliche Räume. Für die Heizung ist Zentralheizung mit Oelfeuerung und Umwälzpumpen vorgesehen. Die Stromversorgung soll über einen Transformator von 130 kVA aus dem Stadtnetz erfolgen. An Nebenräumen sind die nötigen Büroräume, Dunkelkammer, ein Hörsaal mit Projektions- und konematographischer Einrichtung usw. vorgesehen. Das ganze Gebäude ist als Eisenbeton gedacht und eine Bauzeit von 1½ Jahren sowie 4—6 Monaten Inbetriebsetzungszeit, insbesondere zur Ermittlung der Konstanten der Meßeinrichtungen vorgesehen, der Kostenanschlag lautet auf 1,15 Millionen schw. Franken.

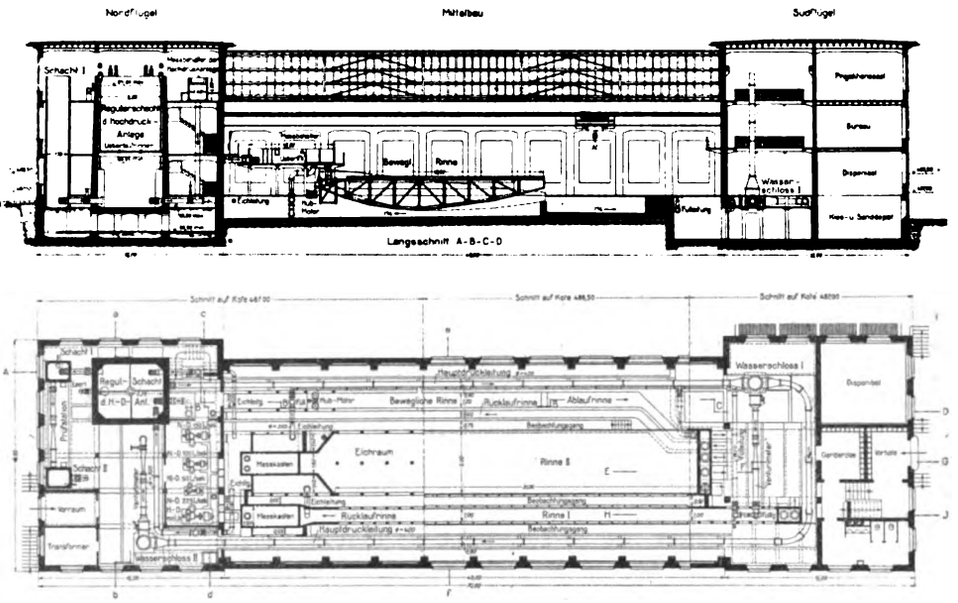


Abb. 1 und 2. Laboratoriumsprojekt für Wasserbau, Zürich.

Um die Inbetriebsetzung dieses wichtigen Instituts bald verwirklicht zu sehen, hat der Vorstand des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes seinen angeschlossenen Werken empfohlen, Unterstützung durch einen Beitrag von etwa 15 Rp je PS bei einem Minimalbetrag von schw. Fr. 100.— pro Werk zu leisten, unter der Bedingung, daß das Laboratorium gemäß dem Projekt raschest zur Ausführung komme und daß der Bund die Betriebskosten decke. (Schweizerische Bauzeitung 1925, Band 86, Seite 15—21, mit 6 Abbildungen.).

(W. 566.) Ing. C. Reindl.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Hydraulik. Ermittlung der Schwingungen im Wasserschloß. Von Dr.-Ing. Leiner. — Z. d. V. d. I. 1925, H. 52, S. 1637—1642, mit 8 Abb. — (Graphisches Verfahren zur Annäherungsrechnung für die Spiegelschwankungen und ihre Periode nach Pressel. Vergleich der Periode mit der Reglerschlußzeit zur Vermeidung stehender Schwingungen.) —

— Der Höchstschwall in Schachtwasserschlössern. Von Dr. Sitte. — Die Wasserwirtschaft, 1925, H. 14, S. 282—284; H. 15, S. 303—305; H. 16, S. 321 bis 323; H. 17, S. 342—344; H. 18, S. 368—369; H. 19, S. 385—386; H. 20, S. 404—407; H. 21, S. 245—426; H. 22, S. 447—448; H. 23, S. 467—468; H. 24, S. 487—489. — (Uebersicht über die bekannten Bauarten und theoretischen Bearbeitungen; Aufnahmefähigkeit eines Wasserschlosses; Voraussetzungen für das Stollenwasserschloß; Grundlegende Gleichungen und deren Lösungen; ungedämpfte und linear gedämpfte Schwingungen; Grenzfälle der abklingenden Schwingung; Näherungsformeln; deren Fehler; Schwallgröße bei teilweiser Durchflußänderung; Rechnungshilfsmittel zur Forchheimerschen Schwallformel; größter Fehler.) —

— Das Verhalten von Hebungs- und Senkungswellen bei verschiedener Fließbewegung. Von Dr.-Ing. Winkel. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1926, H. 1, S. 4—6, mit 8 Abb. — (Vergleichende Zusammenstellung der Berechnungen der Wellen. — Erscheinungen bei Aenderung der Wasserführung: Hebungs- und Senkungswellen, Zurückwerfen von Wellen.) —

— Neue Gedanken zur Berechnung der Geschiebeführung. Von Gg. Link †. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1925, H. 11, S. 233—240, mit 12 Abb. — (Versuch der Einführung des Geschiebe-Abriebes in die Berechnung der Geschiebefracht und Ableitung einer Formel für Wasserführung und Geschiebefracht unabhängig vom Rauhigkeitsbeiwert: $Q = J \cdot 1000 \cdot \varphi \cdot \sqrt{R}$ (mit φ = Wasserspiegelgefälle) für die Iller. — Die allgemeine Anwendbarkeit wird von der bayer. Landesstelle für Gewässerkunde noch untersucht werden.) —

Wasserkraftanlagen. Die Bauarbeiten beim Achenseekraftwerk. Von Oberbaurat Pollak. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1925, H. 24, S. 485—487, mit 3 Abb. — (Stand der Arbeiten, Bauausführung des See-Anstiches mit Druckluftgründung, Stollenvortrieb. Gesamtdisposition der Anlage). —

— Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk Schönmühl an der Loisach. Von Dipl.-Ing. Binswanger. — Bautechnik 1925, H. 53, S. 757—766, mit 21 Abb. — (Eingehende Beschreibung des Werkes, das eine Loisachstufe unterhalb des Kochelsees — Flußschleife um einen Molasserücken — mit H = 8,5 bis 9,8 m ausnützt. Wasser-

Digitized by Google

fassung, kurzer Stollen, unmittelbar in das Vorbecken ausmündend, 2 Doppelturbinen für je 2500 PS, n = 166⅔; elektrische Anlage). —

— Das Kraftwerk Amsteg der Schweizerischen Bundesbahnen. I. Allgemeines und wasserbaulicher Teil. Von Dipl.-Ing. Studer. — Schweiz. Bauztg. 1925, Bd. 86, Heft 19, S. 229—234; H. 20, S. 241—245; H. 21, S. 256—261; H. 23, S. 287—289; H. 24, S. 299—300; H. 25, S. 313—316; H. 26, S. 325—328, mit 73 Abb. — (Allgemeine hydrographische und topographische Grundlagen. Eingehende Darstellung der Wasserfassung mit Umgehungs- und zugleich Hochwasserentlastungsstollen für 220 m³/sec, zum Teil durch Schlämmsand. Staumauer: Konstruktion und Bauausführung. Stauklappen System Huber & Lutz; Stolleneinlauf. Staumauer: Gewölbemauer aus Haustein, Temperaturmessungen an derselben. Leerlaufstoffen. Erfahrungen hinsichtlich Abnützung durch Geschiebe. Zulaufstollen: Geologisches, Bergschläge, Bauausführung. Fellibach-Einleitung: Sperre und Fassung, Wasserschloß mit Entlastungstunnel; Rohrleitung von 3×1800/1600 mm; Verteilrohrleitung; Zuleitung des Kärstelen- und Etzlibaches: Wasserfassungen, Reinigungsanlagen, Stollen). —

— Notizie sulla diga Wilson e sull' impianto idroelettrico annesso. (Ueber den Wilson-Damm und seine Wasserkraftanlage). Von Ing. Galli. — Annali delle utilizzazioni delle acque 1925, Fasc. 3, S. 33—42, mit 9 Tafeln. — (Kurze beschreibende Angaben über die Gesamtanlage: Damm, Stausee, Kraftwerk, Bauausführung). —

— Die Lastverteilung zwischen parallellaufenden Bahnwasserkraftwerken (Betrachtungen und Erfahrungen). Von Ministerialrat Ing. Dr. Hruschka. — Elektrotechnik und Maschinenbau, 1926, H. 2, S. 29—37, mit 7 Abb. — (Rechnerische Untersuchung der Verteilung der Wirkleistung und Blindleistung bei den großen dauernden Schwankungen. Erfahrungen im Betrieb mit dem Verhalten der Maschinen, Lauf als Synchronmotoren; Zähler; Verständigung und Regelung. Leistungsfaktor-Regelung. Notwendigkeit einer geeichten Veränderung des Ungleichförmigkeitsgrades von der Kommandostelle aus, Erfahrungen im Spullerseewerk).

— Der Ausbau der mittleren Isar. Von Ministerialrat Krieger. — Der Industriebau, 1926, H. 1, S. 1—9, mit 10 Abb. — (Allgemeines über die Anlage; Darstellung der Baulichkeiten des Kraftwerkes Finsing vom architektonischen Standpunkt aus innen und außen). —

— Automatic Power Stations. Asea-Journal 1926, H. 1, S. 1—6, mit 3 Abb. — (Allgemeine Gesichtspunkte; Spannungsregelung, cos. φ — und Belastungsregelung; Einrichtungen an den Turbinen: Fernanlassen, Drehzahlregelung, Durchgehschutz. Einrichtung und Schaltpläne einer ganz-automatischen Synchronanlage mit Rückmelde-Einrichtung und Fernanlassen durch zus. 3 Hilfsdrähte und einer kompensierten Asynchronanlage mit Fernanlassen durch 2 Hilfsdrähte). —

Wassermessung. Venturi Meters used in hydroelectric plant operation. Von Gaylord. — Power 1925, Vol. 62, Nr. 4, 28. Juli, S. 137—138, mit 4 Abb. — (Beschreibung der Venturimesser von 1980/1370 mm Durchmesser in Big Creek, Registriereinrichtung). —

— Verbesserter Venturi-Wassermesser. Von Obering. Parshall. Proceedings of the Americ. Soc. of Civ. Eng. September 1925, S. 1340—1349 mit 4 Abb. und 2 Zahlentafeln. Verbesserte Bauart eines Venturi-Wassermessers in Holz und rechteckigem Querschnitt und Ergebnisse der Prüfungen im Laboratorium und in den Arbeitsstellen für Weiten von 0,3 bis 2,4 m mit 5 % Genauigkeitsgrad.

— Grundlagen für die Berechnung von Venturirohren. Von Dipl.-Ing. v. Kálmán. — Siemens-Zeitschrift 1925, H. 11, S. 473—478, mit 3 Abb. — (Allgemeines; die Venturirohre von S. & H.; Berechnung der Einschnürung für Wasser, Dampf und Gase). —

— Universalstaurohr des Karlsruher Flußbaulaboratoriums. Von Th. Rehbock. — Z. d. V. d. I. 1926, H. 1, S. 21—24, mit 6 Abb. — (Allseitig einstellbares Vacuum-Staurohr, in drei zueinander senkrechten Richtungen verschiebbar, mit Spiegel-Faden-Ablesung und Drehbarkeit in drei aufeinander senkrechten Achsen). —

— Die Salzgeschwindigkeits-Methode von Allen zur Wassermessung in Rohrleitungen. Von Ing. Dr. Müller. — Schweiz. Bauztg., 1926, Bd. 87, H. 4, S. 41—44, mit 8 Abb. — (Beschreibung der in dieser Z. 1924, S. 297 dargestellten Methode der Beobachtung der Geschwindigkeit einer ins Wasser eingespritzten Salzlösungswolke durch Messung der Aenderung der elektr. Leitfähigkeit in 2 Querschnitten; Theorie und Fehlerquellen). —

Buchbesprechungen

Fortschritte der Abwasserreinigung. Von Dr.-Ing. K. Imhoff. 112 S. Oktav mit 69 Abb., Carl Heymanns Verlag, Berlin 1925. Preis geb. 3,60 Mark.

Die vorliegende Schrift will nur die Fortschritte der Abwasserreinigung innerhalb der letzten 10 Jahre bringen. Der Verfasser, der seit langen Jahren zu den Führern in Abwasserfragen zählt, ist mit Herausgabe der Schrift einem dringenden Bedürfnis nachgekommen, denn auch in Deutschland hat man sich wieder mit größerem Interesse der Abwasserreinigung zugewandt. Die Not der Zeit zwingt bei Aufstellung von neuen Entwürfen zu möglichster Einfachheit und Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der neuen Erfahrungen im In- und Ausland. Die Ausnützung des gereinigten Abwassers als Betriebswasser zum Beispiel, und die Verwertung der Faulgase wird eine größere Rolle spielen als früher. Und hier bietet die Imhoffsche Schrift in ihrer klaren und übersichtlichen Zusammenstellung eine Fülle von Richtlinien.

Der erste Abschnitt handelt von den Verfahren, die das Abwasser vom Schlamm befreien und zur Behandlung des Schlammes dienen. Es werden besprochen: Neue Abwassersiebe in Amerika, neue Bauarten von Emscherbrunnen, zweistöckige Absitzbecken oder völlig getrennte Schlammfaulräume? Durchflossene Fäulräume, Sickerbecken und sparsame Ortsentwässerung, Auflandung durch schlammhaltiges Abwasser, Flußkläranlagen, das sind Absetzbecken, die durch Aufstau im Flußbett selbst entstehen, Regenwasserbecken, Schlammteiche und Schlamm-

Digitized by Google

verwertung und die besonders wertvollen Angaben über Gasgewinnung aus Faulräumen.

Im zweiten Abschnitt werden besprochen die Verfahren, die das Abwasser haltbar (fäulnisunfähig) machen: Biologische Körper, belebter Schlamm, Rieselfelder und Bodenfilter, chemische Klärung und Chlor. Das wichtige Kapitel über Fischteichanlagen zur Reinigung bzw. Nachbehandlung von Abwasser ist leider etwas knapp ausgefallen. Die Angaben, daß der Geländebedarf der Fischteiche und der Rieselfelder ungefähr gleich ist, dürfte wohl dahin zu berichtigen sein, daß Rieselfelder ein Vielfaches an Gelände benötigen gegenüber den Fischteichen. Die Fischteichanlage der Stadt Amberg, die entgegen den Angaben des Verfassers regelmäßig betrieben wird, hat nach den bisherigen Erfahrungen in biologischer, betrieblicher und finanzieller Hinsicht recht gute Ergebnisse gezeitigt, dort wurde auch der praktische Beweis geliefert, daß man auf einen Teil Abwasser nicht drei Teile Verdünnungswasser benötigt, sondern das Verhältnis kann u. U. auf 1 : 1 herabgedrückt, nur in der heißen Jahreszeit mußte bis auf 1 : 2 hinaufgegangen werden.

Der dritte Abschnitt „Allgemeines" behandelt gedrängter Form gewerbliche Abwässer, Hauskläranlagen, Leistung und Kosten der verschiedenen Verfahren und Trinkwasser und Abwasser im Ruhrtal. Zwei zeitlich geordnete Literaturverzeichnisse, über 72 Veröffentlichungen des Verfassers und seiner Mitarbeiter und über benutzte Schriften beschließen das eine Fülle von Anregungen und Mitteilungen aus der Praxis enthaltende Werk. Kr.

(W. 551)

Denkschrift der Arbeitsgemeinschaft der Wasserkraftbesitzer Thüringens e. V. über die Wasserrechtsentwicklung der vormaligen Gebiete Thüringens und über die Vereinheitlichung des Thüringer Wasserrechts. Weimar 1925. Preis 4,— Mark.

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserkraftbesitzer Thüringens ist im Jahre 1922 aus Mitgliedern von bereits bestehenden Vereinigungen von Wasserkraftbesitzern verschiedener Gewässergebiete Thüringens gegründet worden. Die Arbeitsgemeinschaft hat sich unabhängig von dem Wasserwirtschaftlichen Verband für Thüringen entwickelt, und hält es für geboten, einen selbständigen Ueberblick über ihre Zwecke und ihre Tätigkeit durch eine Denkschrift zu geben.

In der Denkschrift wird die Gesetzgebung auf dem Gebiete der Wasserkraftnutzung unter den gegenwärtigen Verhältnissen dargestellt, und zwar zunächst für Deutschland und dann für das Land Thüringen.

Wer sich über die Wasserwirtschaft Thüringens unterrichten will, muß diese Denkschrift kennen, darüber hinaus wirkt sie als Werbeschrift für die Ziele der Arbeitsgemeinschaften. In der Denkschrift ist u. a. abgedruckt das Notgesetz über die Nutzung öffentlicher Gewässer vom Dezember 1923 zusammen mit der Begründung; des weiteren finden sich in ihr die Schutzanträge gegen das Gesetz.

(W. 553) Dr. G. Adam.

Das deutsche Tiefbaugewerbe. Von Dr. rer. pol. Th. Beermann, Regierungsbaumeister. Elster-Verlag Leipzig 1925, 66 Textseiten. Ladenpreis M. 2,—.

Die vorliegende Schrift ist nach dem Untertitel eine Studie über die Entwicklung, Eigenart, den wirtschaftlichen Zusammenschluß und die Leistungen des deutschen Tiefbaugewerbes und wendet sich nicht allein an die engere Fachwelt, sondern auch an den Wirtschaftler, der die einzelnen Industriezweige im Rahmen des deutschen Wirtschaftslebens beobachtet. Wenn auch dem mitten in der Praxis stehenden Tiefbauingenieur manches aus der Abhandlung bekannt ist, so finden sich doch dort für weite Kreise eine ganze Reihe von noch nirgends zusammenhängend veröffentlichte wichtige Angaben insbesondere über den finanziellen Zusammenschluß und die Auslandstätigkeit des deutschen Tiefbaugewerbes, so daß das Büchlein, das recht flott geschrieben ist, zur Anschaffung bestens empfohlen werden kann. (W. 677). Kr.

Geschäftliches

Die Maschinenfabrik Langenstein & Schumann AG. in Ernshütte bei Coburg teilt mit, daß sie den Turbinenbau der aufgelösten Firma Fr. Haag Nachfolger in Nürnberg übernommen hat.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 21. März 1926:

84a, 4. O. 14 849. Alexis Oukhtomsky, Basel, Schweiz. Verfahren und Einrichtung zur Gewinnung von Stauraum für die Wasseraufspeicherung in einem mit Schwemmstoffen angefüllten Becken. 25. 3. 25. Schweiz 18. 9. 24.

84a, 3. 424 928. Firma Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Dortmund, u. Dipl.-Ing. J. H. Flach, Frankfurt a. M., Offenbacher Landstraße 45. Verfahren und Vorrichtung zum Oeffnen und Schließen einer zweiflügeligen, gegen eine Anschlagliste abgestützten Drehklappe. 21. 4. 21. D. 39 541.

Letzter Tag des Einspruches: 28. März 1926.

84a, 3. E. 31 882. Firma Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen. Sohlendichtung für versenkbare Verschlußkörper. 15. 1. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 4. April 1926:

84a, 4. V. 18 777. Dipl.-Ing. Alexander Vogt, Borna bei Leipzig. Verfahren zur Herstellung hohler Bauwerke für Talsperren, Dämme, Stütz- oder Futtermauern. 19. 12. 23.

88a, 6. St. 37 891. Heinrich Stoll, Sigharting, Oesterreich. Achsial beaufschlagte Wasserturbine mit starren und beweglichen Leitradschaufeln. 14. 4. 24.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unseres Blattes liegt ein Prospekt der Firma JOSEPH VÖGELE A.-G. MANNHEIM bei, auf welchen wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 6 **München, 15. März 1926** **21. Jahrgang**

Das dynamische Grundgesetz in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen des Wassers in Flüssen.

Von Bauamtmann van Rinsum in Regensburg.

Die an zahlreichen Wassermessungen wahrnehmbare Beobachtung, daß die Kurve der mittleren Geschwindigkeiten in den einzelnen Lotrechten mit der Umrißlinie des Querschnittes eines Flusses im wesentlichen gleichändrig ist, war mir die Veranlassung, dem Aufbau der Geschwindigkeit innerhalb eines Querschnittes mein Augenmerk zuzuwenden. Dies führte zunächst zu den nur von empirischen Erwägungen geleiteten Gedankengängen, wie ich sie in meinem Aufsatz: „Betrachtungen über die mittlere Geschwindigkeit in einem Flußquerschnitt“ (Heft 18, 1924, dieser Zeitschrift) niedergelegt habe.

Ich habe dort vorgeschlagen, die mittlere Geschwindigkeit jeder Lotrechten mit der zugehörigen Tiefe in Beziehung zu setzen und den Quotienten:

$$\varkappa = \frac{v_m}{\sqrt{t \cdot \varphi}}$$

weiteren Betrachtungen zu unterziehen. Dieser Vorschlag beruht auf der grundsätzlichen Erwägung, daß die Größe v_m des ganzen Querschnittes nur eine Rechnungsgröße sei, daß das Problem des Geschwindigkeitsaufbaues auf diesem Wege niemals gelöst werden könne und daß das wahre Wesen der aufzunehmenden Beiwerte nur dann einwandfrei zu ergründen sei, wenn mehr, als es bisher geschehen ist, das Augenmerk auf ihre Veränderlichkeit innerhalb des Querschnittes gelenkt werde.

Die Einwendungen gegen diese Gedankengänge dürften in erster Linie praktischer Natur sein. Man wird sagen: die Erfahrungen, die man mit den bisherigen Formeln gemacht habe, die ausschließlich auf v_m, der mittleren Geschwindigkeit des ganzen Querschnittes beruhten, hätten der Praxis durchaus genügt und eine Erhöhung der Genauigkeit der Ergebnisse sei nicht mehr notwendig.

In gewisser Hinsicht soll dies auch gar nicht bestritten werden, nämlich in jenen Fällen, in denen genügende hydrotechnische Unterlagen vorhanden waren, um die Zulässigkeit der Anwendung der oder jener Formel genau zu prüfen. Wie steht es aber mit denjenigen Aufgaben im Wasserbau, bei denen man, ohne Einblick in den Naturvorgang zu haben, ohne eine befriedigende empirische Formel an seine Stelle treten lassen zu können, offensichtlichen Gesetzmäßigkeiten nachspüren will? Ich denke hier vor allem an die Erforschung der Geschiebebewegung, deren Gesetze noch nicht klar erkannt und theoretisch erfaßt sind. Sollte nicht auch hier der Grund darin zu suchen sein, daß man bisher nur von einem Mittelwert für den ganzen Querschnitt, sei es der Arbeitsgröße, sei es der „Abfuhrzahl“ χ u. dgl. m., seinen Ausgangspunkt genommen hat?

Die Gründe meines Vorschlages, den Forschungen eine andere Richtung zu geben, sind also von verschiedener Art: einmal liegen sie auf rein wissenschaftlichem Gebiet, dann verlangt es die Praxis in solchen Fällen, wo es tatsächlich auf jeden einzelnen Punkt der Querschnittsumrißlinie ankommt. Und schließlich wird die Beantwortung der Frage, ob eine Formel auch wirklich allen Forderungen der Praxis genüge, nur dann einwandfrei erfolgen können, wenn auch die theoretische Seite richtig erfaßt werden kann.

Wenn man sich zum Ziele gesetzt hat, irgendeinem Problem, wie ich es vorstehend aufgeworfen habe, nachzuspüren, dann hat man sich vielfach schon von Anfang an in einer bestimmten Gedankenrichtung festgelegt, um die sich die Untersuchungen scharen werden. So schwebten mir, wie ich es auch in dem erwähnten Aufsatz zum Ausdruck gebracht habe, zwei Gedanken, richtungweisend, vor Augen: einmal die Auffassung, daß die Gesamtheit der angeschnittenen Probleme nur durch ein Zurückgehen auf die Bewegungsgesetze des einzelnen Punktes innerhalb des Querschnittes theoretisch zu lösen sei, dann der Zweifel, ob hierbei tatsächlich die Anwendung des einfachen Fallgesetzes nicht möglich sein sollte.

Die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, packte ich zunächst von der theoretischen Seite an. Und als ich mir hier eine bestimmte Auffassung zu eigen gemacht hatte, galt es, ihr eine innerlich berechtigte Stütze durch empirische Untersuchungen zu geben, die ihrerseits wieder die theoretischen Entwicklungen befruchteten. Diese Zweiteilung will ich auch den nachfolgenden Ausführungen zugrunde legen.

Daß ich in erster Linie der Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten eine Deutung zu geben versuchte, liegt in der gewöhnlichen Einstellung begründet, die man diesen Problemen gegenüber einzunehmen pflegt.

Allerdings sollte man zunächst daran zweifeln, ob es überhaupt gestattet sei, von der Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten, als einem Gesetze zu reden, das sich einfach aus dem inneren Zusammenhang eines Querschnittes lösen ließe. Man möchte vielmehr vermuten, daß die Geschwin-

Digitized by Google

digkeitsbildung eines beliebigen Wasserteilchens von allseitigen Reibungsvorgängen, Wirbelbildungen usw. derart beeinflußt werde, daß nur eine gleichzeitige Betrachtung nach den drei Koordinatenrichtungen zum Ziele führte.

Dies wird, vom wissenschaftlichen Standpunkt betrachtet, vielfach der Grund gewesen sein, warum man die Geschwindigkeit in einem Querschnitt nur als eine Einheit betrachten zu müssen glaubte und allein die mittlere Geschwindigkeit für ausschlaggebend hielt. Jasmund[1]) verteidigt diese Anschauung mit den Worten, ihre „Grundlage sei mehr in der harmonischen Wirkung der Naturgesetze als in der quellenmäßigen Begründung" zu suchen.

Rümelin[2]) ist unter den wenigen einer, der das Problem von Grund aus nach einem einheitlichen Gedanken zu lösen versuchte. Er nimmt die Pulsation zum Ausgangspunkt seiner Betrachtungen über die Entstehung der Wasserbewegung, eine Erscheinung, die er als ziemlich gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt beobachtet. Hieraus leitet er als Fließgesetz in breitem Flußbett die Wälzbewegung eines Wasserkörpers von $^2/_3$ der Wassertiefe ab, der gleichzeitig einer schwingenden Bewegung, der Pulsation, unterworfen sei. Bei engbegrenztem Bett entstünden aus der wälzenden schraubenförmige Bewegungen, die von beiden Uferseiten ausgehen. Gewiß ist durch dieses Vorgehen eine einleuchtende Erklärung für die Fließbewegung gegeben und geschickt verwertet worden, wenn auch mancherlei Einwendungen, die man erheben möchte, unbeantwortet geblieben sind.

Ich möchte aber doch diesen Gedankengängen gegenüber auf zwei Punkte besonders hinweisen:

1. daß man durch genügend lange Beobachtungszeiträume die stoßweise Aenderung der Geschwindigkeit, die Pulsation, im wesentlichen ausscheiden kann;

2. daß man durch Ausmittelung einer größeren Anzahl derartig beobachteter Punkte, wenn sie sich auf Lotrechten gleicher Tiefen beziehen, zu einem allgemeinen stetigen Geschwindigkeitsaufbau in der Lotrechten kommt. Dies hat Jasmund durch eingehende Untersuchungen einwandfrei nachgewiesen[1]).

Ich betrachte diese Erkenntnisse als Beweis dafür, daß zur Deutung der Bewegungsgesetze in Flüssen das Hauptaugenmerk auf die in die Fließrichtung gehende Komponente zu richten sei, das Problem also zunächst nur eindimensional gefaßt werden müsse und daß die Pulsation, Wirbelungen und Unregelmäßigkeiten, wie sie sonst noch beobachtet werden, als diesem Hauptgesetz überlagerte Erscheinungen, erst in zweiter Linie kommen, für sich zu betrachten seien und zudem durch Mittelbildung ausgeschaltet werden können.

Zur Weiterführung der Untersuchungen waren die Ergebnisse, die Jasmund fand, für mich in noch einer anderen Hinsicht wertvoll. Denn aus ihnen geht zweifelsfrei hervor, daß das Gesetz des Geschwindigkeitsaufbaus in der Lotrechten als solches (von Jasmund zum Beispiel als log. Linie gedeutet) unabhängig von der Stelle im Flusse, wo die Punktmessungen vorgenommen werden, zum Ausdruck kommt. Dieses Ergebnis berührt sich wieder mit der eingangs erwähnten, an der Kurve der mittleren Geschwindigkeiten zu beobachtenden Gesetzmäßigkeit: das gesuchte Gesetz für den Geschwindigkeitsaufbau in der Lotrechten wird die Tiefe in irgendeiner Potenz als unterscheidende Veränderliche enthalten müssen, dem mathematischen Aufbau nach aber bei allen Lotrechten des Querschnittes in gleicher Weise in die Erscheinung treten.

Ferner scheint der Einfluß der den Abfluß hemmenden Wirkungen, der zwischen zwei einander benachbarten Lotrechten, also in wagrechtem Sinne, zweifellos besteht, nicht von der Art zu sein, daß er eine grundlegende Aenderung des Gesetzes in der Lotrechten trotz verschiedener Tiefen mit sich brächte. Logischerweise wäre dann auch anzunehmen, daß diese Wirkungen sich wie in wagrechter, so auch in senkrechter Richtung in gleicher Weise äußerten. Oder mit anderen Worten: Die „Reibung", wie man diese Erscheinungen zu nennen pflegt, würde nicht als die das Gesetz bestimmende physikalische Erscheinung zu betrachten sein, eine Auffassung, die bisher ganz allgemein vertreten wurde, sondern sich als eine für alle Punkte des Querschnittes gleichartige Größe äußern und in der Form eines Verbesserungsgliedes < 1 erscheinen, wie man es bei anderen technischen Problemen auch erkannt hat.

Mir scheint, daß man auf diesen wichtigen Umstand bisher viel zu wenig geachtet hat. Alle Untersuchungen, die sich mit dem Aufbau der Geschwindigkeit in der Lotrechten befaßten und als Grund für die Verschiedenheit der einzelnen Geschwindigkeiten ausschließlich die Wirkung der „Reibungskräfte" ansahen, haben sich, soweit mir bekannt geworden ist, über die gleichzeitig in wagrechter Richtung auftretenden gleichartigen Wirkungen nicht in entsprechender Weise geäußert.

Mit den vorstehenden Ausführungen habe ich demgegenüber versucht, die Erkenntnisse der Naturbeobachtung in ganz anderer Weise zu ordnen, als man es bisher getan hatte, und zwar wollte ich die Schlußfolgerungen als berechtigt nachweisen:

1. Die Geschwindigkeitszusammenhänge innerhalb eines Querschnittes kommen bereits in der Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten zum Ausdruck. Ich kann also die weiteren Untersuchungen auf ihr allein aufbauen und brauche auf die Veränderlichkeit der Tiefe in der Breitenrichtung keine Rücksicht zu nehmen, nur muß die Sohle in der Fließrichtung eben sein.

2. Die Möglichkeit, die Bewegungsgesetze mit den Gedankengängen Eulers erfassen zu können, ist nicht von der Hand zu weisen.

Ich will diese letztere Vermutung im nachfolgenden theoretisch noch weiter ausführen.

Euler setzte bei der theoretischen Behandlung der Bewegungsgesetze des Wassers („Eulersche Gleichungen") voraus, daß das Wasser als unzusammen-

[1]) Handbuch der Ing.-Wissenschaften, II. Teil, 1. Band, 5. Auflage 1921.
[2]) Wie bewegt sich fließendes Wasser? Doktordissertation Dresden 1911.

Digitized by Google

drückbar und als reibungsfrei zu betrachten sei („ideale Flüssigkeit"). Die Einführung beider Wirkungen kann natürlich bei genauen Betrachtungen nicht umgangen werden. Sie wird jedoch erst nach Durchführung der theoretischen Rechnung notwendig werden, etwa wie es beim Ausfluß aus kleiner Oeffnung eines Gefäßes der Fall ist, oder wie ich es oben als wahrscheinlich beim Abfluß des Wassers im Flusse vermutet habe.

Mein Vorhaben, das Fallgesetz zu den Bewegungsvorgängen des Wassers in Flüssen in Beziehung zu setzen, hängt aber mit den Eulerschen Gleichungen unmittelbar zusammen. Denn jenes bildet nur einen Sonderfall aus diesen, beide Aufgaben werden gleichzeitig zu lösen sein.

Es ist bekannt, daß die Eulerschen Gleichungen keine unmittelbare Handhabe bieten, die zur Rede stehenden Geschwindigkeitsgesetze zu fassen. Denn sie verfolgen nur den Bewegungsvorgang eines einzelnen Wasserteilchens, während ich hier den in einer Lotrechten, also in einer Punktreihe als Ganzes genommen der Betrachtung unterziehen will.

Mit den einzuführenden Voraussetzungen, daß, abgesehen von der Fließrichtung, keine Geschwindigkeitskomponenten auftreten, lautet die für die Abflußrichtung, d. i. die x-Richtung geltende Gleichung:

$$\frac{1}{\rho}\,\frac{dp}{dx} = g \sin\varphi - \frac{v \cdot dv}{dx}$$

Von den übrigen beiden Gleichungen kann ich in diesem Zusammenhang, da sie nur bekannte statische Gesetze zum Ausdruck bringen und über die Bewegungsvorgänge nichts aussagen, absehen. In der obigen Gleichung bezeichnet: ϱ die Dichte des Wassers, p den Druck auf das betrachtete Wasserteilchen, g die Beschleunigung der Schwere, φ die Wasserspiegelneigung. Für die weitere Betrachtung kann ich mir auch die Voraussetzung erlauben, daß ich:

$$\frac{dp}{dx} = 0$$

setze. Ich nehme hierbei an, daß die Veränderung, die der Wasserkörper mit dem Fortschreiten der Bewegung erfährt, sehr gering ist, so daß ich mit der Vernachlässigung der Druckänderung keinen großen Fehler begehe. Die Gleichung lautet dann in entwickelter Form:

$$\left.\begin{aligned} v\,dv &= g \sin\varphi\, dx \\ v^2 &= 2\,g \sin\varphi \cdot x \end{aligned}\right\} \text{ oder } \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

Diese Gleichung wäre auf alle Wasserteilchen in einem Flußquerschnitt in gleicher Weise in Anwendung zu bringen, d. h. der Wasserkörper könnte als eine einheitliche Masse aufgefaßt werden. Auf diesem Wege sind aber die Bewegungserscheinungen nicht zu erschöpfen.

Man hat daher versucht, durch Heranziehung der Reibungsgesetze auf empirischem Wege sie zu klären. Aber abgesehen davon, daß diese Theorien mit den Messungen nicht in genügende Uebereinstimmung zu bringen sind (vgl. die ausführlichen Erörterungen von Jasmund im Handbuch der Ing.-Wiss.[1]) dünkt es mir gefährlich, hier überhaupt die Reibungsvorgänge in den Vordergrund zu schieben. Denn es ist ja bekannt, wie außerordentlich gering die Wirkungen sind, die dem Gleiten von Wasserteilchen aufeinander entgegenstehen. Wie sollten da mit der Reibung als wesentlichstem Faktor die außerordentlich großen Energieverluste, die bei der Fließbewegung auftreten, erklärt werden können? Darum sollte man das Wort „Reibung" bei diesen Problemen überhaupt nur mit Vorsicht in den Mund nehmen, besser einfach von energieverzehrenden Wirkungen reden, deren Wesen physikalisch noch nicht restlos geklärt ist. Mit dieser Auffassung ist allerdings allen den Theorien, die sich auf die Reibung stützen, der Boden entzogen.

Um über diesen Totpunkt hinauszukommen, will ich mir im Anschluß an Gl. 1 außerhalb der bisherigen Gedankengänge eine Bedingung suchen, die einen Zusammenhang zwischen dem Bewegungszustand jedes einzelnen Wasserteilchens zu dem benachbarten in der Lotrechten angibt; nur darf ich mich bei diesem Bestreben mit der Eulerschen Voraussetzungsweise nicht in Widerspruch setzen.

Die fehlende Bedingung gewinne ich aus der folgenden Vorstellung: Ich denke mir jedes Wasserteilchen auf seiner unter einem Winkel φ gegen die Wagrechte geneigten Unterlage, sei es der Sohle, sei es dem darunter liegenden Wasserkörper hinabgleiten. Es steht hierbei unter dem Einfluß der Schwere, außerdem aber auch unter dem Antrieb einer Kraft P, die ich der in die Fließrichtung fallenden Seitenkraft des zugehörigen hydrostatischen Wasserdruckes gleich setze:

$$P = \varrho\,(t_0 - t) \cdot \varphi \text{ (Abb. 1).}$$

φ ist hierbei genau genug statt sin φ gesetzt.
Jedes Wasserteilchen wird hiernach dem vorhergehenden vorauseilen, die Wirkung der Kräfte wird sich summieren:

$$\int_0^t P \cdot dt$$

es wird sich eine von der Sohle zur Oberfläche hin stetig zunehmende Geschwindigkeit herausbilden. Diese Summenkraft ändert sich also von Punkt zu Punkt. Da nun aber alle Wasserteilchen in der betrachteten Lotrechten gleiche Masse haben, so folgt, daß die Beschleunigung es ist, die sich von Punkt zu Punkt ändert.

Man erkennt sofort die grundsätzlich neue Einstellung, die ich den bisher üblichen Gedangengängen gegenüber einnehme. Bisher sagte man: der durch den Flußquerschnitt begrenzte Wasserkörper fällt auf die Länge dl um ein Stückchen dy. Ich aber folgere, daß an jedem Wasserteilchen, abgesehen von der Schwerkraft, Kräfte von verschiedener Größe (Abb. 1) angreifen, die es vorwärts treiben. Statt der Erdbeschleunigung g führe ich also allgemein die Beschleunigung b ein. Diese Anschauungsweise ist zunächst ganz unabhängig davon, welche Kräfte auf die Geschwindigkeitsbildung hemmend wirken.

Schon Galilei hat einen Teil dieses Gedankens mit den Worten zum Ausdruck gebracht, daß die Wasserbewegung in Flüssen nicht in parallelen Fäden vor sich gehe, sondern daß die unteren Partien das Bett für die oberen darstellten, oder, anders ausgedrückt, daß die oberen Teile sozusagen über die unteren weiterglitten.[2])

Ich will versuchen, diesen Gedankengang nachstehend auch mathematisch zu fassen.

Zu diesem Zwecke verfolge ich zunächst den Bewegungs-

[2]) Wie bewegt sich fließendes Wasser? Doktordissertation Dresden 1913.

Digitized by Google

vorgang des der Sohle nächstgelegenen Wasserteilchens. Dieses Wasserteilchen steht unter dem Einfluß der Schwerkraft, wie auch unter dem Antrieb einer beschleunigenden Kraft von der Größe:

$$P_s = m \cdot b_s = \rho \cdot t_0 \cdot \varphi \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

wenn mit m die Masse des Wasserteilchens bezeichnet wird. Die Masse dieses, wie auch aller anderen Wasserteilchen in der betrachteten Lotrechten ist sehr klein. Was sein Schwergewicht zur Geschwindigkeitsbildung beiträgt, kann ich daher gegenüber der ungleich größeren Kraft P_s vernachlässigen. Der in einer bestimmten Zeit z zurückgelegte Weg beträgt demnach:

$$x_s = b_s \, {}^1/_2 \, z^2 = \frac{\rho \, t_0 \, \varphi}{m} \, {}^1/_2 \, z^2 \ldots\ldots (3)$$

Nun gehe ich zu den übrigen Punkten der Lotrechten über, um hier die Bewegungsvorgänge zu untersuchen. Zunächst will ich einmal annehmen, daß der entwickelten Anschauung entsprechend, die Geschwindigkeit, und wegen:

$$v = b \, . \, z$$

die beschleunigende Kraft von einem gegenüber den betrachteten Bewegungsvorgängen unabhängigen Standpunkt aus von Punkt zu Punkt zur Oberfläche hin wachse, und zwar, da die Masse für alle Punkte als gleich anzunehmen ist, beim ersten Punkt um ein Maß proportional:

$$(t_0 - t_1) \, \varphi$$

beim zweiten Punkt um ein Maß proportional:

$$[(t_0 - t_1) + (t_0 - t_2)] \cdot \varphi \text{ usw.}$$

Für einen beliebigen Punkt im Abstand t über der Sohle hätte ich hierfür die Summe dieser Einzelwirkungen zwischen den Grenzen 0 und t zu setzen:

$$\varphi \int_0^t (t_0 - t) \, dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

und das Ergebnis dem Anfangswert hinzuzuzählen:

$$[t_0 + t_0 \, t - {}^1/_2 \, t^2] \cdot \varphi$$

um hieraus die resultierende beschleunigende Kraft:

$$P_t = \rho \cdot \varphi \, [t_0 + t_0 \, t - {}^1/_2 \, t^2] \quad \ldots\ldots (5)$$

zu erhalten. Der in einer bestimmten Zeit z zurückgelegte Weg betrüge hiernach:

$$x_t = \frac{\rho \cdot \varphi}{m} \left[t_0 + t_0 \, t - {}^1/_2 \, t^2 \right] \cdot \frac{z^2}{2} \quad \ldots\ldots (6)$$

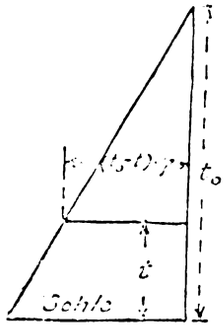


Abbildung 1.

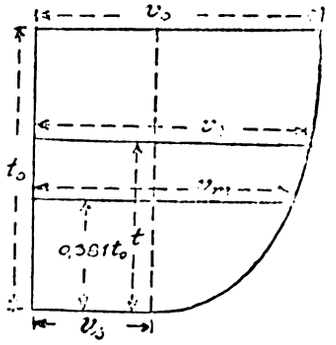


Abbildung 2.

Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem oben für die Sohle entwickelten (Gl. 3), so erkennt man, daß bis auf den Funktionswert von t alle Größen einander gleich sind: ϱ, φ, m, z. Ich will zunächst an der Struktur der Gleichung nichts ändern, mir aber vorstellen, daß dieser Funktionswert von t als Maßzahl aufzufassen sei, die mir das Vielfache der Beschleunigungsgröße b gegenüber der Beschleunigung der Schwere g darstellt. Dann sagt mir das Ergebnis, daß die in der gleichen Zeit zurückgelegte Wegstrecke $\frac{b}{g}$ mal so groß ist, als wenn sie allein unter dem Einfluß von g gestanden hätte. Ich kann also den Funktionswert von t als den unterscheidenden Faktor aus dem Ausdruck für die Beschleunigung herausziehen und ihn, da er die Dimension einer Länge hat, selbst als die der Wegstrecke proportionale Größe ansprechen, während die übrigen Größen zu einem Festwert zusammengezogen werden. Die Gl. 3 und 6 erhalten dann die Form:

$$\left.\begin{aligned} x_s &= \bar{\alpha} \cdot t_0 \cdot \varphi \text{ und} \\ x_t &= \bar{\alpha} \, [t_0 + t_0 \, t - {}^1/_2 \, t^2] \cdot \varphi \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (7)$$

wo x nur mehr als eine Größe, die unter dem Einfluß der Schwere zustande gekommen ist, zu betrachten wäre. Die Geschwindigkeit wäre damit:

$$\left.\begin{aligned} v &= \sqrt{2 g \cdot \bar{\alpha} \cdot t_0 \cdot \varphi} \text{ und} \\ v &= \sqrt{2 g \cdot \bar{\alpha} \cdot \varphi \cdot (t_0 + t_0 \, t - {}^1/_2 \, t^2)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (8)$$

Gl. 8 stellt eine Viertelsellipse dar, deren 0-Punkt unter der Sohle liegt. Die Abszisse in der Höhe der Sohle ergäbe die Sohlengeschwindigkeit.

Sorgfältige Messungen sind aber mit dieser vielleicht einleuchtenden und nächstgelegenen Entwicklung in keinen befriedigenden Einklang zu bringen. Dagegen komme ich auf einem anderen Weg weiter, ohne den grundlegenden Gedankengang zu ändern. Ich halte daran fest, daß unter der Einwirkung der äußeren Kraft nach Gl. 2 dem gesamten Wasserkörper eine Geschwindigkeit erteilt wird, die der Sohlengeschwindigkeit entspricht:

$$v_s = \sqrt{2 g \bar{\alpha} t_0 \cdot \varphi}$$

Hinzu tritt dann noch eine Zusatzgeschwindigkeit, die sich nach Gl. 4 zu:

$$v_1 = \sqrt{2 g \bar{\alpha} \cdot \varphi \int_0^{t_0} (t_0 - t) \, dt}$$

berechnet. Gl. 8 geht dann über in die Form:

$$v = v_s + v_1 = \sqrt{2 g \bar{\alpha}} \cdot \sqrt{t_0 \cdot \varphi} + \sqrt{2 g \bar{\alpha}} \sqrt{(t_0 \, t - {}^1/_2 \, t^2) \cdot \varphi} \quad \ldots\ldots (9)$$

Dies ist die Gleichung einer Viertelsellipse, die die Sohle berührt und gegen den 0-Punkt des Achsensystems um den Wert der Sohlengeschwindigkeit v verschoben ist (Abb. 2). Dies ist die Kurve, die Gegenstand der weiteren Untersuchungen ist.

Bis hierher habe ich auf die Wirkung der energieverzehrenden Wirkungen nicht eingehen brauchen. Um aber die Theorie mit Messungen unmittelbar vergleichen zu können, kann ich dies weiterhin nicht mehr tun. Nun

Digitized by Google

wird diese Wirkung zwischen Wasser und Sohle physikalisch anders zu bewerten sein, als die zwischen Wasser und Wasser. Ich muß hiernach zwei Beiwerte β und γ einführen, die ich mir kleiner als 1 vorzustellen habe. γ nehme ich hierbei für alle Punkte der Lotrechten als gleich an und müßte etwaige Folgerungen den weiteren Untersuchungen überlassen. Die Gleichungen lauten dann:

$$v_s \quad \sqrt{2g \cdot \bar{\alpha} \cdot \bar{\beta} \cdot t_0 \cdot \varphi} \text{ und}$$

$$v_t \quad \left[\sqrt{\bar{\alpha} \cdot \bar{\beta} \cdot t_0} + \sqrt{\bar{\alpha} \cdot \bar{\gamma}\,(t_0 t - {}^1/_2 t^2)}\right] \sqrt{2g \cdot \varphi}$$

Ziehe ich schließlich alle festwertigen Größen zu α^2 und β^2 zusammen, so ergibt sich:

$$\frac{v_s}{v_t} \quad \frac{\alpha \cdot \sqrt{t_0 \cdot \varphi} \text{ und}}{\sqrt{\alpha^2 \cdot t_0 \cdot \varphi} + \sqrt{\beta^2\,(t_0 t - {}^1/_2 t_0) \cdot \varphi}} \quad \ldots (10)$$

Nach dieser Gleichung tritt der Mittelwert der Geschwindigkeit in einer Lotrechten immer in derselben Tiefe auf:

$$0{,}381 \cdot t_0$$

und hat die Größe:

$$v_m \quad \alpha \cdot \sqrt{t_0 \cdot \varphi + \frac{\pi}{4} \cdot \beta \cdot t} \sqrt{\varphi} \quad \ldots (11)$$

Die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, wäre damit von der theoretischen Seite zu einem gewissen Abschluß gebracht.

Wie stehen nun die ausgeführten Messungen mit dieser Theorie in Einklang?

Die bisher bekannt gewordenen Forschungsergebnisse und die darauf beruhenden Anschauungen über die Bewegungsgesetze des Wassers vermochten allerdings zu einer Fortführung der Untersuchungen auf dem von mir beschrittenen Wege nicht gerade zu ermutigen.

Soweit man auf theoretischem Wege mit der üblichen Auffassung über die Wirkung der Reibungskräfte zu dem gleichen Ergebnis für die Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten gelangt ist, sind die notwendigen Folgerungen ausgeblieben. Ich nenne hier nur Tutton,[1]) Lippke,[2]) Harder.[4]) Besonders Harder hat versucht, die von ihm für die Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten abgeleiteten Gesetze auf den ganzen Querschnitt auszudehnen. Der Umstand, daß seine Untersuchungen bis auf eine noch mehrfach benutzte Formel für die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitt in Vergessenheit geraten sind, beweist, daß er mit seinen Entwicklungen nicht zu überzeugen vermochte.

Jasmund wieder ist nur rein empirisch vorgegangen. Er hat sich ausschließlich, dafür aber um so eingehender mit der Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten und den einschlägigen Fragen befaßt und hat die Ergebnisse in verschiedenen Abhandlungen niedergelegt.[5]) Durch Ausmittelung einer genügenden Anzahl von Punktreihen gelang es ihm, wie schon erwähnt wurde, nachzuweisen, daß das Gesetz stetig sei. Am besten entspräche die logarithmische Linie von der Form:

$$v = a + b \log (x + c) \text{ Abb. 3)} \quad (12)$$

Weiter kommt er zu dem abschließenden Urteil, daß „allen quadratischen Kurven die log. Linie vorzuziehen" sei und „diese mit Recht als ein zutreffender Ausdruck der Geschwindigkeitskurve gelten könne." Am nächsten käme ihr noch die Hyperbel allgemeinster Form. Bölte[6]) hat 1916 dieses Ergebnis durch eingehende Untersuchungen von Messungen an der Warthe bestätigen können, unter Berücksichtigung der allgemeinsten Form der Gleichungen zweiten Grades. Da beide zudem von dem genauesten Verfahren, der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Gebrauch machen, wie sollte ich den Kampf mit diesen anscheinend einwandfreien Ergebnissen aufnehmen können?

Eines muß zunächst auffallen: ich habe zur Erklärung meines Geschwindigkeitsgesetzes bis jetzt nur zwei wählbare Werte einführen müssen, während das Gesetz der log. Linie deren drei besitzt. Will ich also trotz allem rein empirisch den Vergleich zwischen beiden durchführen, so muß es auch in meinem Falle gestattet sein, drei Beiwerte zu verwenden. Als dritten wähle ich c und verstehe darunter den Abstand des Ellipsenursprungs von der Sohle (Abb. 4). Wenn Jasmund und mit ihm mancher Fachgenosse aus physikalischen Gründen einwendet, daß imaginäre Werte für die Geschwindigkeit, die mit $c > 0$ auftreten würden, ein Unding seien, so will ich mir hierüber mein Urteil zunächst aufschieben, bis ich über die Beiwerte nähere Untersuchungen angestellt habe. Vorläufig will ich mich also nur von mathematischen Gesichtspunkten leiten lassen.

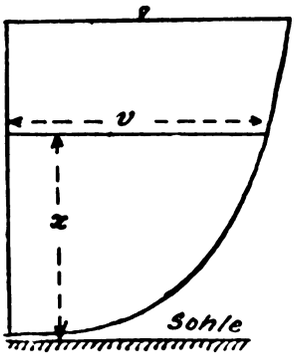


Abbildung 3.

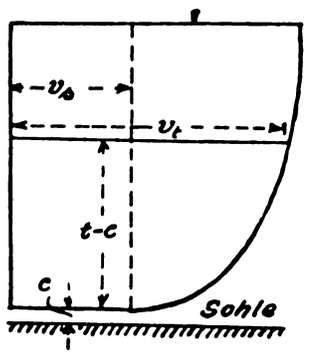


Abbildung 4.

Die von Jasmund mitgeteilten Punktreihen über Geschwindigkeitsmessungen an der Elbe habe ich nach einem Näherungsverfahren ausgewertet, das ich hier im einzelnen nicht näher besprechen will — das Verfahren macht nur vom Rechenschieber und der Zeichnung Gebrauch — und habe die mittleren Fehler der Ellipse berechnet. Ich stelle das Ergebnis den Ermittlungen Jasmunds in der nachstehenden Uebersicht 1 gegenüber:

[1]) Die Grundgesetze des Gleichgewichts und der gleichförmigen Wasserbewegung in den natürlichen Strömen, Zeitschr. f. Gewässerkunde, IX. Bd. 1910. Untersuchungen über die Verteilung der Wassergeschwindigkeiten in den Querschnitten der natürlichen Ströme. Zeitschr. f. Gewässerkunde X. Bd. 1911.

[4]) Die Theorie der Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen mit vergleichender Anwendung. Hamburg 1878.

[5]) Die Einwirkung der Flußsohle auf die Geschwindigkeit des fließenden Wassers. Zeitschrift für Bauwesen 1893. Die Veränderung der Geschwindigkeit im Querschnitt eines Stromes, insbesondere bei Behinderungen an der Oberfläche und bei Eisstand, desgl. 1897 Unregelmäßige Strömungen. desgl. 1918.

[6]) Die Geschwindigkeitsänderung in der Lotrechten natürlicher Flüsse, insbesondere der Warthe. Zeitschr. f. Bauwesen 1916.

Digitized by Google

Uebersicht 1. Geschwindigkeitsmessungen an der Elbe.
Vergleich zwischen logarithm. Linie, Ellipse, Hyperbel.

Messungsstelle		Torgau			Bartelswerder			Artlenburg					
Laufende Nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lotrechtengruppe		I	II	III	IV	II	III	I	I+II	III	IV	V	VI
Anzahl der Messungen p		22	20	34	34	15	15	8	24	28	45	64	49
Tiefen in m		6- 7	5–6	4–5	3–4	4–5	3–4	7–8	6–7	5–6	4–5	3–4	2–3
mittl. Tiefe		6,56	5,44	4,49	3,44	4,85	4,26	7,39	6,77	5,44	4,47	3,46	2,42
logaryth-mische Linie	a	1,300	1,136	1,085	0,985	1,096	1,075		0,978	0,882	0,875	0,722	0,590
	b	0,617	0,49	0,40	0,40	0,588	0,40		0,363	0,357	0,355	0,282	0,251
	c	0,085	0,12	0,049	0,09	0,12	0,03	017	0,01	0,05	0,0	-0,03	-001
	m*	14	9	12	8	10,6	18	25,4	7,1	8,3	12	9	6,4
	p X m	308	180	408	272	159	270	2 3	170	232	540	576	314
Ellipse	α	0,342	0,330	0,337	0,326	0,273	0,364	0,250	0,262	0,261	0,272	0,240	0,194
	β	0,138	0,132	0,142	0,168	0,198	0,156	0,' 78	0,087	0,098	0,117	0,125	0,162
	c	0,14	0,10	0,10	0,05	0,06	0,14	0,05	0,15	0,14	0,14	0,14	0,10
	m*	19	5,2	7,9	5,4	7,0	11,6	15,5	11,0	8,9	4,5	12,3	3,0
	p X m	418	104	268	184	105	174	124	264	249	202	788	147
Hyperbel	m*	29	12	8	12	10,9	23	—	21,7	15,3	20,5	8,6	11,9
	p X m	638	240	272	408	164	345	—	521	428	923	550	583

*m = mittlerer Fehler.

Es ist bei der	log. Linie	Ellipse	Hyperbel
die Summe p X m =	3632	3027	5072
Verhältnis	1,2	1,0	1,7

Das Ergebnis ist überraschend. Denn die Viertelsellipse mit tangential anschließender Geraden und einem Abstand c von der Sohle ist dem Gesetz der log. Linie beträchtlich überlegen. Damit aber war das Eis gebrochen. Ich konnte versuchen, dem von mir theoretisch abgeleiteten Gesetz auch empirisch Geltung zu verschaffen.

Auf der Suche nach weiteren für mich brauchbaren Messungsunterlagen verfiel ich in erster Linie wieder auf Messungen Jasmunds, die er in hervorragend umfassender Weise vom Rhein mitteilt. Sie schienen mir besonders deswegen geeignet zu sein, als sie die verschiedensten Meßstellen und die verschiedensten Meßtiefen (von 1 bis 10 m) umgreifen und das Gefälle, was bei den Messungen der Uebersicht 1 nicht zutraf, in jedem einzelnen Falle angeführt wird.

Die Anwendung des abgeleiteten Gesetzes auf diese 38 Punktreihen führte ich wieder nach dem Näherungsverfahren durch, das durch das Ergebnis der Uebersicht 1 sich als berechtigt eingeführt hatte (Uebersicht 2). Die ermittelten Beiwerte α, β und c sind in der folgenden Weise zu beurteilen:

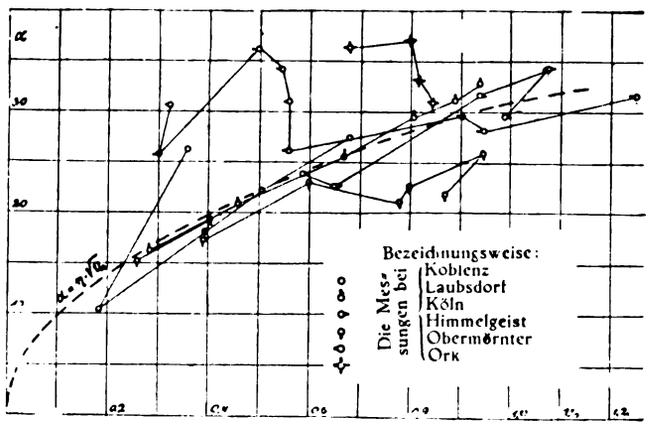


Abb. 5. Die α-Werte der Rheinmessungen.

Der Beiwert α, der ein Maß für die Hemmungen an der Sohle darstellt, zeigt im allgemeinen eine mit der Sohlengeschwindigkeit sich ändernde Größe. Bei den beiden am meisten flußabwärts gelegenen Meßstellen mag man α als festwertig annehmen. Die Streuung der Punkte war aber doch so, daß man ein allgemeines Gesetz nicht herauszuschälen vermochte (Abb. 5). (W. 415.)

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Rundschau

Bahnelektrisierung.

Betriebsergebnisse des bayerischen elektrisierten Netzes teilt Mühl in „Elektrische Bahnen“ [1]) mit: Am 5. Juni 1925 waren 200 km der Garmischer Liniengruppe, am 4. Oktober die 76 km lange Teilstrecke München—Landshut in Betrieb gekommen, dazu die großen Bahnhöfe München mit dem Verschiebebahnhof Laim, ferner Landshut usw. mit zusammen 260 km Gleisanlagen. In Dienst wurden 60 elektr. Lokomotiven gestellt. Das erste Teilbetriebsjahr schließt mit 2,769 Mio. Lokomotiv-Kilometer und rund 25 Mio. kWh Verbrauch ab. Für München kostet die t Lok.-Kohle rund M. 32.—, wobei die Fracht etwa 73% des Zechenpreises ausmacht. Die eingesparte Kohlenmenge beträgt 36 000 t im Wert von 1,15 Mio. Mark und wird 1926 auf 58 000 t (entspr. 1,85 Mio. M.) steigen.

Die Laufleistung der El.-Lok. übertrifft mit 8000 km/Monat im Personenzugdienst und 5000 km/Monat im Güterzugdienst jene der Dampf-Lok. um 25—35% und wird bei weiterem Fortschreiten der Bauarbeiten mit der Befahrung längerer Strecken auf 500 km pro Tag kommen.

Die Personaleinsparung im Fahrdienst betrug infolge der ausgedehnten einmännigen Besetzung der Lokomotiven bei allen Güterzügen, im Verschiebedienst, bei Alleinfahrten und (in Bayern) bei den Personenzügen bis zu 300 t und 75 km/h Höchstgeschwindigkeit 74%. Die Gesamteinsparungen an Energiekosten (Differenz zwischen Kohlenkosten und Stromkosten) beträgt im Teilbetriebsjahr 1925 etwa M. 850 000.—, ebenso hoch ist ungefähr die Einsparung an Personalkosten. — An Betriebsarbeitern (Depotpersonal) für die Vorbereitung und Abrüstung sowie Wartung der elektr. Lok. wurden 73% eingespart. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die noch geringe Ausdehnung und die kurzen Streckenlängen des bisher elektrisierten Netzes die Eigenschaften des elektrischen Betriebes noch nicht voll ausnützen lassen. (W. 699.)

Stand der Bahnelektrisierung in verschiedenen Ländern. Hierüber entnehmen wir der „Schweizerischen Bauzeitung“, Band 86, Nr. 24 folgende Gegenüberstellung, welche in einer Sitzung der N. E. L. A. in San Francisco für Mitte 1925 mit folgenden Zahlen gegeben wurde:

Schweden	1197	km
Frankreich	1060	„
Schweiz	1023	„
Deutschland	1022	„
Italien	906	„
Oesterreich	874	„
Südafrika	275	„
Chile	238	„
Norwegen	201	„
Spanien	129	„

Die übrigen Länder weisen unter 100 km auf. Ueber die Vereinigten Staaten wurde keine Angabe gemacht. (W. 664).

Elektrischer Bahnbetrieb in der Schweiz. Nach den S.B.B.-Nachrichten (Nr. 10, 1925) sind gegenwärtig in der Schweiz 834 km des Bundesbahnnetzes elektrisiert. Hievon werden 75 km (Brig-Sitten) mit Drehstrom 3000 V/16 ⅔ Perioden gefahren, der gesamte Rest von 759 Kilometer mit Einphasenstrom 15 000 V/16 ⅔ Perioden aus den bahneigenen Kraftwerken Ritom, Amsteg und Barberine, sowie (34 Kilometer) aus den Bernischen Werken versorgt. Die Strecke Brig-Sitten soll im nächsten Jahre ebenfalls von Drehstrom auf Einphasenstrom (Kraftwerk Barberine) umgebaut werden, so daß dann der Drehstrombetrieb auf den Schweizer Bahnen vollständig ausgeschaltet ist. Zu diesem Vollbahnnetz kommt noch die große Zahl der elektrisch gefahrenen Lokalbahnen in der Schweiz, wovon die räthische Bahn mit 277 km (gesamtes Netz) an der Spitze steht.

Das beschleunigte Elektrisierungsprogramm sieht bis 1929 den elektrischen Betrieb von 1620 km Bahnlinie vor, das sind rund 56 % des gesamten Netzes der S.B.B., auf welche rund ¾ des gesamten Verkehrs der S.B.B. entfallen. (W. 641.)

[1]) Elektrische Bahnen, 1925, H. 2, S. 62.

Energiewirtschaft.

Erhebung der bayerischen Wasserkraftanlagen.

(Anordnung des Staatsm. d. Inn. v. 6. Febr. 1926, Dr. 9107b 32) An die Bezirksverwaltungsbehörden und Gemeindebehörden.

Es hat sich als notwendig erwiesen, eine allgemeine Erhebung über sämtliche in Bayern vorhandenen und im Bau begriffenen Wasserkraftanlagen durchzuführen. Auch die kleinsten Anlagen sowie die zurzeit nicht in Betrieb befindlichen sollen erfaßt werden.

Zu diesem Behufe werden den Bezirksverwaltungsbehörden demnächst durch das Statistische Landesamt Fragebogen mit den erforderlichen Anweisungen zugehen, die an die Gemeindebehörden hinauszugeben sind.

Für jede Wasserkraftanlage ist ein Fragebogen vorgesehen. Zunächst füllen die Gemeindebehörden den leeren Raum hinter den Fragen 1 mit 5 aus und verteilen sodann die Fragebogen an die Besitzer der einzelnen Wasserkraftanlagen zur weiteren Ausfüllung. Soferne sich in einzelnen Fällen bei der Beantwortung der Fragen durch die Besitzer der Wasserkraftanlagen Schwierigkeiten ergeben sollten, haben die Gemeindebehörden durch ihre Organe im Benehmen mit den Besitzern der Anlagen soweit erforderlich die weitere Ausfüllung vorzunehmen. Die Fragebogen sind nach erfolgter Beantwortung wieder einzusammeln, auf vollständige und lückenlose Ausfüllung durchzusehen und nach etwa veranlaßter Ergänzung oder Richtigstellung an das Bezirksamt einzusenden. Die kreisunmittelbaren Städte senden die Fragebogen gesammelt unmittelbar an das Statistische Landesamt ein.

Die Bezirksämter haben die Fragebogen nochmals zu überprüfen und gegebenenfalls die erforderlichen Ergänzungen oder Berichtigungen zu veranlassen. Alsdann senden die Bezirksämter die Fragebogen gesammelt an das Statistische Landesamt ein.

Die Einsendung der ausgefüllten Fragebogen an das Statistische Landesamt durch die Bezirksverwaltungsbehörden hat binnen 6 Wochen nach Empfang der Fragebogen vom Statistischen Landesamt zu erfolgen. (W. 704).

Das neue rumänische Energiegesetz. Ein einheitliches, alle Energiequellen sowie die Fortleitung und Verteilung der Energie umfassendes Gesetz hat das Ministerium für Industrie und Handel in Bukarest unterm 1. Juli 1924 herausgegeben und inzwischen in Kraft gesetzt. Das Gesetz ist dadurch bemerkenswert, daß es, wie erwähnt, den gesamten Komplex der Energiewirtschaft des Landes mit allen seinen Energie-

Digitized by Google

quellen umfaßt und in dieser Allgemeinheit alle einschlägigen Gesetzgebungen der übrigen Länder an Umfang und Einheitlichkeit übertrifft.

Aus dem Inhalt sei das Hauptsächlichste nachstehend wiedergegeben:

Das Ministerium für Industrie und Handel stellt ein Programm für die Erzeugung und Verteilung der Energie auf, welches den Energiebedarf, die vorhandenen Energiequellen und deren Verbindung umfaßt und auf Grund dessen entschieden wird, welche Energiemengen, Erzeugungszentralen und Leitungen dem Staat und den öffentlichen Behörden vorbehalten werden bzw. welche Energiemengen für Privatzwecke überlassen werden. Bis zur Fertigstellung dieses Energieverteilungsprogrammes kann das Consiliul Superior al Energiei nach eigenem Ermessen an Konzessionären die Energiemengen vorschreiben unter Vorbehalt späterer Beteiligung der Staats- und Landesbehörden. Der Konzessionär muß den Behörden eine Energiemenge von bis zu 25% der erzeugten Energie unentgeltlich überlassen. Bedingung für Konzessionserteilung ist die wirtschaftlichste Ausnützung der natürlichen Energiequellen und die Möglichkeit des Zusammenarbeitens mit anderen Erzeugungsstätten zwecks einheitlicher Landesversorgung. Dem nicht entsprechende Konzessionsgesuche können abgelehnt werden. Sieben Jahre nach Inkrafttreten des Gesetzes müssen die bestehenden Einrichtungen so abgeändert sein, daß sie der Forderung der Einheitlichkeit genügen; die daraufhin umgestellten Betriebe können einen Nachlaß der jährlichen staatlichen Abgaben für längstens 30 Jahre im Verhältnis der Aenderungskosten beanspruchen. Umgekehrt werden nicht abgeänderte Betriebe dann mit den doppelten Taxen (vergl. später) besteuert. Energieausfuhr aus dem Lande kann nur auf Grund besonderen Gesetzes erfolgen.

Die in den Gewässern des Landes enthaltene Energie ist öffentliches Gut. Die Bewilligung zur Vornahme von Vorarbeiten für Konzessionsgesuche gelten auf zwei Jahre. Konzessionsgesuche mit beigelegten Projekten und Finanzierungsplänen sind dem Ministerium de Industrie si Comert (für Industrie und Handel) einzureichen. Konzessionen für die Ausnutzung von Wasserkräften können, wenn sie die Forderung des Gesetzes erfüllen, oder auf Grund einer vom Ministerium ausgeschriebenen Konkurrenz nach Prüfung der Projekte erteilt werden. Die maßgebende Instanz in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht ist das Consiliul Superior al Energiei (Oberster Energiewirtschaftsrat). Der Gesuchssteller hat vor Erteilung der Konzession das staatliche Lastenheft zu unterzeichnen. — Konzessionen können nur an rumänische Staatsbürger oder rumänische Aktiengesellschaften erteilt werden. Bei letzteren sind bestimmte Vorschriften wegen Stimmenmehrheit der rumänischen Staatsbürger, Anteilnahme rumänischer Staatsbürger im Betrieb usw. zu erfüllen. — Wasserentnahmen aus Flüssen und Ueberleitungen in andere Gewässer bedürfen eines besonderen Gesetzes. — Für Anlagen unter 250 PS Leistung und solche, welche den Energiebedarf eines einzigen industriellen Unternehmens decken, kann das Ministerium de Industrie si Comert unmittelbar die Konzession erteilen. In Streitfällen entscheiden die Gerichte.

Die Konzessionsdauer für Wasserkraftanlagen beträgt höchstens 50 Jahre für industrielle Ausnutzung, 75 Jahre für Verteilung der Energie in öffentlichen Netzen, 90 Jahre für Gesellschaften, an welchen der Staat, die Bezirke oder Gemeinden beteiligt sind oder für Unternehmungen, welche hervorragenden Anteil an der Regulierung eines Wasserlaufes nehmen. Der Staat kann Konzessionen, an welchen er beteiligt ist, im letzten Drittel der Konzessionsdauer unter vorheriger zweijähriger Kündigung zurückkaufen, wofür dem Konzessionär für den Rest der Dauer eine Rente vergütet wird, welche aus dem Mittel des Reingewinnes der letzten fünf Betriebsjahre festgesetzt ist. Mit Ablauf der Konzessionsdauer gehen alle Einrichtungen kostenlos an den Staat über.

Alle Unternehmungen zur Erzeugung von Energie haben bestimmte, im Verhältnis des Einkommens und der Rentabilität des Betriebs stehende Abgabe zu leisten. Talsperrenbauten und ähnliche Anlagen von allgemeiner Wichtigkeit können staatliche Unterstützung durch zinsenfreies Darlehen oder dergl. genießen. Konzessionäre von Wasserkraftwerken genießen besondere Rechte hinsichtlich der Besetzung des notwendigen Grundes unter Beobachtung des Gesetzes über die Enteignung.

Für die Erzeugung von Energie aus Brennstoffen muß das Konzessionsgesuch begründen, warum nicht hydraulische Erzeugung der Energie oder Entnahme aus dem öffentlichen Netz stattfindet. Die Konzessionsdauer für Wärmekraftanlagen ist zwischen 35 und 60 Jahren bestimmt.

Uebertragung und Verteilung elektrischer Energie bedarf der Konzession, welche vom Consiliul Superior al Energiei im Benehmen mit den interessierten Behörden (Eisenbahn, Post, Kriegsministerium) usw. erteilt werden. Die Uebertragungsnetze müssen bezüglich Stromart, Spannung und Frequenz den Elektrisierungsnormalien des Landes entsprechen. Die Konzessionsdauer für Leitungsanlagen ist gleich der Konzessionsdauer der dazugehörigen Kraftwerke, wenn es sich um den gleichen Konzessionär handelt; bei unabhängigen Leitungsanlagen beträgt die höchste Konzessionsdauer 50 Jahre; die Leitungsnetze gehen hernach unentgeltlich in den Besitz des Staates über. Eine Reihe von Bestimmungen enthält Strafgebühren für Uebertretung der Vorschriften, für nicht ordnungsmäßige Instandhaltung elektrischer Leitungsnetze u. dgl.

Der vorstehende Auszug aus den Bestimmungen zeigt, daß es sich hier um ein einheitliches und gutdurchgearbeitetes Rahmengesetz handelt, das allerdings noch mancher Ergänzungen bedarf, im großen ganzen aber den Weg zu einer einheitlichen Energiewirtschaft ohne einseitige Elektrizitätswirtschaft, Wasserwirtschaft oder dergl. Bruchstücke ebnet. (Elektrotechnik u. Maschinenbau 1926, Heft 7.) (W. 703.)

Technisches und Wirtschaftliches von Kleinwasserkräften behandelte Dipl.-Ing. Kammerer in einem Vortrag am 8. Febr. im polytechnischen Verein München. Unter besonderer Berücksichtigung der bayerischen Verhältnisse und des Wertes der Ausnutzung der Kleinwasserkräfte für das Gewerbe verdient der Ausbau der rund ¼ aller bayerischen Wasserkräfte betragenden Kleinkräfte (bis 2000 PS) vollste Beachtung und Förderung. Die wirtschaftliche Notwendigkeit liegt darin, daß die aus Kleinkräften gewonnene Arbeit frei von Uebertragungskosten ist. Der Vortragende verbreitete sich dann über Beispiele guter und schlechter Art in Entwurf und Ausführung solcher Anlagen und wies darauf hin, wie wichtig auch bei kleinen Anlagen eine sachgemäße Projektierung aus einer Hand sei, ein bei uns noch viel zu wenig aus falscher Sparsamkeit beachteter Grundsatz.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 5 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. November 1925 — 31. Januar 1926.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
64	**Giessenbach mit Mautenbach** Rd. 1,200 km oberhalb U. ermberg bis Untermberg	Donau, Isar, Loisach	Kraftwerk Untermberg	Bez.-A. Garmisch Reg.Bez.Oberbayern	Holzstoff- u Papierfabrik Kienzerle & Co. in Oberau	1,60	104,35	1680	975	Laufwerk Francisturbine mit liegender Welle	Papierfabrik	Neubau Bau bereits begonnen.
65	**Amper** Vom Elektrizitätswerk Schöngeising bis 1,500 km oberhalb der Eisenbahnbrücke bei Fürstenfeldbruck	Donau, Isar	Elektrizitätswerk Zellhof bei Fürstenfeldbruck	Bez.-A. Fürstenfeldbruck Reg.-Bez. Oberbayern	Überlandwerk Fürstenfeldbruck	27,00	5.00	1420	1250	Laufwerk 2 Diagonalpropellerturbinen	Elektrizitätsversorgung	Neubau Späterer Ausbau zu einem Spitzenwerk mit Pumphochdruckspeicheranlage ist vorgesehen
66	**Westerhamer Mühlbach** bei Westerham	Donau, Inn, Mangfall	Triebwerk Steininger bei Westernam	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Josef Steininger in Westerham	7,50	2,56	192	192	Laufwerk Turbine	Mahlmühle, Sägewerk und Holzstoffabrik	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung Bisherige Leistung 128 PS a / 128 Ps m
67	**Westerhamer Mühlbach** bei Westerham	Donau, Inn, Mangfall	Triebwerk Leiß & Co bei Westerham	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Leiß & Co. in Westerham	9,00	1,31	118	118	Laufwerk Turbine	Holzstoffabrik	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung Bisherige Leistung 85 PS a / 85 PS m
68	**Westerhamer Mühlbach** bei Westerham	Donau, Inn, Mangfall	Elektrizitätswerk Mareis & Laib bei Westerham	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Gebrüder Mareis & Laib in Feldkirchen	9,00	3,25	293	293	Laufwerk Turbine	Elektrizität - Versorgung	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung Bisherige Leistung 211 PS a / 211 PS m
69	**Göttinger Mühlbach** Zwischen Talham und Waith	Donau, Inn, Mangfall	Triebwerk Weinbacher	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Josef Weinbacher in Wörth	0,35	3,40	12	9	Laufwerk Francisschachtturbine mit stehender Welle	Hammerwerk und mechan. Werkstätte	Umbau Bisherige Leistung 7 PS a / 5 PS m
70	**Lattenbach** 1,800 km bis 1,400 km oberhalb der Mündung	Donau, Inn Salzach, Berchtesgadener Ache, Ramsauer Ache	Triebenbachsäge bei Ramsau	Bez.-A. Berchtesgaden Reg.-Bez. Oberbayern	Anton Graßl in Ramsau	0,125	24,00	32	30	Laufwerk Turbine	Sägewerk	Neubau In Wegfall kommt eine alte Wasserradanlage mit 3 PS a / 3 PS m
71	**Litzeldorfer Bach** 0,400 km unterhalb der Mündung des Räsgrabens bis 0,140 km unterhalb Scheitwein	Donau, Inn	Elektrizitätswerk Litzeldorf	Bez.-A. Altötting Reg.-Bez. Oberbayern	Elektrizitätsgenossenschaft Litzeldorf und Umgebung	0,045	112,33	52	37	Spitzenwerk Tagesspeicher Freistrahlturbine	Allgemeine Elektrizitätsversorgung	Neubau
72	**Vils** Bei Kummersbuch	Donau, Naab	Kummersbucher Mühle	Bez.-A. Amberg Reg.-Bez. Oberpfalz	Marie Siegert in Kummersbuch, Gemeinde Kötzersricht	2,60	0,80	23	17	Laufwerk Francisschachtturbine mit stehender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Auswechslung dreier Wasserräder gegen eine Turbine Bisherige Leistung 14 PS a / 10 PS m

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
73	**Ammerbach** Unmittelbar westlich Amberg	Donau, Naab, Vils	Triebwerk in Gräbershof bei Amberg	Bez.-A. Amberg Reg.-Bez Oberpfalz	Karl Ehbauer in Gräbershof	0,174	3,50	6	4	Laufwerk Francisturbine	Mahlmühle	Umbau Bereits im Gange Bisherige Leistung etwa $\frac{3\ PS_a}{2\ PS_m}$
74	**Thallersdorfer Bach** Ortsgebiet Thallersdorf	Donau, Regen, weißer Regen, Gruberbach	Triebwerk Schaffer in Thallersdorf	Bez.-A. Viechtach Reg.-Bez. Niederbayern	Alois Schaffer in Thallersdorf, Gemeinde Arnbruck	0 12	5,48	5	3	Laufwerk Oberschlächtiges Wasserrad	Mahlmühle	Neubau
75	**Altnach** Von der Brücke des Gemeindeverbindungsweges Viechtach-Schlatzendorf-Kammeraltnach-Kirchaitnach bis 0,500 km unterhalb dieser Brücke	Donau, Regen, „schwarzer Regen	Elektrizitätswerk bei Kammeraltnach	Bez.-A. Viechtach Reg.-Bez. Niederbayern	Anton Wanninger in Kammeraltnach, Gemeinde Allersdorf	0,33	6,15	21	16	Laufwerk Einradturbine mit liegender Welle	Elektrizitäts-Versorgung	Neubau Bau bereits begonnen
76	**Seebacherbach** Ortsgebiet Graben	Donau	Grabenmühle in Graben	Bez.-A. Deggendorf Reg.-Bez. Niederbayern	Franz Heindl in Graben, Gemeinde Seebach	0,050	20,00	11	8	Laufwerk Einradfreistrahlturbine mit stehender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Bisherige Leistung $\frac{4\ PS_a}{3\ PS_m}$
77	**Kleine Ohe** Bei Titting	Donau, Gaißa	Rothaumühle bei Titting	Bez.-A. Passau Reg Bez. Niederbayern	Matthias Eder in Rothaumühle, Gemeinde Titting	0,18	6,15	12	7	Laufwerk Turbine mit liegender Welle	Mahlmühle	Umbau Erhöhung des Gefälles Bereits im Gange Bisherige Leistung $\frac{6\ PS_a}{3\ PS_m}$
78	**Pegnitz** Stadtgebiet Nürnberg	Rhein, Main, Regnitz	Katharinenmühle in Nürnberg	Stadtrat Nürnberg Reg.-Bez. Mittelfranken	Stadtgemeinde Nürnberg	4,00	0,85	35	30	Laufwerk Francisturbine mit stehender Welle	Elektrizitäts-Versorgung	Umbau bereits im Gange Bisherige Leistung $\frac{12\ PS_a}{12\ PS_m}$
79	**Würgauer Bach** Ortsgebiet Würgau	Rhein, Main Leitenbach	Untere Mühle in Würgau	Bez. A. Bamberg I Reg. Bez. Oberfranken	Kunigunde Hübner in Würgau	0,06	11,00	7	5	Laufwerk Francisturbine	Mahlmühle	Umbau Auswechslung eines oberschlächtigen Wasserrades gegen eine Turbine Bisherige Leistung $\frac{4\ PS_a}{3\ PS_m}$
80	**Nassach** Ortsgebiet Oberhohenried	Rhein, Main	Stützenmühle in Oberhohenried	Bez.-A. Haßfurt Reg.-Bez. Unterfranken	Friedrich Schirmer in Oberhohenried	0,60	2,40	15	11	Laufwerk 2 Francisturbinen mit liegender Welle	Mahlmühle	Umbau Auswechslung eines Wasserrades gegen 2 Turbinen Bisherige Leistung $\frac{5\ PS_a}{4\ PS_m}$
81	**Itz** Oberhalb Großheirath	Rhein, Main	Eriesmühle	Bez.-A. Coburg Reg.-Bez. Oberfranken	Johann Angermüller in Scherneck	6,50	1,45	95	50	Laufwerk 2 Turbinen	Holzmehlfabrik	Umbau Bisherige Leistung $\frac{25\ PS_a}{20\ PS_m}$

Digitized by Google

Kurze Nachrichten.

Inbetriebnahme des Kraftwerkes am Höllenstein. Das von der Kraftwerk am Höllenstein A.G., Straubing, am Schwarzen Regen im Bezirk Viechtach errichtete „Kraftwerk am Höllenstein" ist fertiggestellt und am 14. Januar in Betrieb genommen worden. Die Stromlieferung erfolgt an die Stadt Straubing und die Niederbayerischen Ueberlandwerke für den Kreis Niederbayern. Das Kraftwerk nützt den Schwarzen Regen zwischen Viechtach und Kötzting aus und leistet bei einem Gefälle von 12,5 m rund 3000 kW. Die Jahresarbeit beträgt unter Berücksichtigung der mittleren Wassermengen zirka 13 Millionen kWh. In dem Kraftwerk sind eingebaut: 3 vertikalachsige Francisturbinen mit 250 Umdrehungen pro Minute von je 10 cbm/sec Wasserverarbeitung und einer Einzelleistung von 1340 PS, 3 Drehstrom-Schirmgeneratoren mit direkt gekuppelter Erregermaschine für 110/50 Volt Spannung, 1200 kVA Dauerleistung, bei 250 Umdr./Min. 5250 Volt, 3 selbstkühlende Drehstrom-Oeltransformatoren je 1200 kVA, 5250/20700—21800—22900 Volt, 31,8/132 Ampere. Schaltanlage als Doppelsammelschienensystem 5000/20 000 Volt für 5 abgehende Freileitungen. Das Einzugsgebiet beträgt an der Sperrstelle 980 qkm bei einer mittleren Niederschlagshöhe von 1135 mm. Durch den Bau der 16 m hohen Betonsperrmauer wird ein künstlicher See von fast 6 km Länge und einer Breite von über 300 m gestaut. Bei einer mittleren Stauspiegeloberfläche von etwa 468 000 qm steht eine Wassermenge von rund 1 400 000 cbm zur Verfügung. Die größte Hochwassermenge beträgt 500 cbm/sec. Diese wird abgeführt durch den Grundablaß mit 2 automatisch verschließbaren Keilschützen und 4 Doppelwehrschützen von je 8 m Lichtweite und 3,4 m Stautiefe. Das Kraftwerk wurde in den Jahren 1924/25 erbaut (W. 711.)

Sennar-Staumauer am Blauen Nil. Die für eine große Bewässerungsanlage in der Ebene El Gezire im Sudan im Jahre 1923 in Angriff genommene Sperrmauer am Blauen Nil ist kürzlich fertiggestellt worden. Die Mauer ist 3040 m lang und über den Grundmauern 39,5 m hoch. Bei 6 m größter Breite beträgt der größte Rauminhalt des Mauerwerks 424 000 m³. In den Damm sind 80 Schützen eingebaut. Die 10 t schweren Tafeln werden durch Portaldrehkrane mit Petroleummotorantrieb gehoben, die auf Schienen der Mauer entlang fahren. Die Durchflußmenge der Schleusen beträgt 420 m³/s. Das Staubecken faßt 485 Mill. m³ nutzbare Wassermenge. Die Baukosten der Mauer betrugen 114 Mill. Mark. Der von der Sperrmauer ausgehende Hauptkanal zur Bewässerungsanlage hat eine Länge von 150 km. („Engineering" v. 22. 1. 1926.). — **Kanalisierung und Wasserkraftausnutzung des Guadalquivir (Spanien).** Die spanische Regierung hat ihre Zustimmung zur Kanalisierung des Guadalquivir in der Strecke Cordoba-Sevilla erteilt. Diese Arbeiten stehen mit dem Projekte der Compania Sevilliana Electricidad in Zusammenhang, welche am Guadalquivir eine Wasserkraftanlage erbauen will. Bei Jandula sollen auch Staubecken mit 400 Millionen Kubikmeter erstehen. Vorläufig wurden 10 Millionen Peseten für diese Arbeiten bereitgestellt. — **Wasserkraftausbau in Australien.** Die bereits seit Jahren geplante Verwertung der Wasserkräfte von Sugarloaf (Viktoria) soll nunmehr zur Ausführung gelangen. Beabsichtigt ist der Bau von fünf großen Kraftwerken, Wehren und umfangreichen Rohrleitungen. Die Arbeiten sollen Ende 1927 fertiggestellt sein. (W. 709.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftmaschinen. Le turbine ad elica (Die Propellerturbinen). Von Ratti. — L'Elettrotecnica, 1925, Nr. 25, und Sonderabdruck. — (Die Entwicklung der Niedergefälle-Turbinen: Allgemeine Entwicklung und Theorie der Propellerturbinen, Anwendungsgebiete, Teilbeaufschlagung; die Kaplanturbine; die Propeller von Nagler (Kaplan-Kennzeichen), Moody, E.W.C., Lawaczeck und Bell; die Propellerturbine von Riva, deren Ergebnisse; Tafel bemerkenswerter Kaplan- und Propellerturbinen; das Proportionalitätsgesetz: Formel von Camerer und vereinfachte Formel $\eta' \quad 1-(1-\eta)\cdot\sqrt[4]{\frac{D}{D'}}$

— Activity in field of water power (Tätigkeit auf dem Wasserkraftgebiet). — Power, 1926, Bd. 63, H. 1, S. 20—24, mit 9 Abb. — (Zusammenstellung bemerkenswerter neuer Ausführungen und Projekte von Anlagen und Turbinen, darunter: ein zweiflügeliger Propeller für H = 4,27 m; N = 1160; sechsflügeliger Propeller der Illinois Northern Utilities Co. für H = 2,44 m; N = 800 PS; Ejektor-Turbine für 12 000 PS mit ringförm. Ejektor unter dem Leitrad am Laufrad vorbei ins Saugrohr; Peltonturbinen von 17 500 PS, H = 579 m, in Big Creek Nr. 1. — Kurze statistische Angaben über den amerikan. Wasserkraftausbau).

— Beitrag zum Entwurf des Laufrades einer Francisturbine. Von K. A. Ahlfors. — Z. d. V. d. I. 1926, H. 3, S. 85—88, mit 4 Abb. — (Weg zur Berechnung des größten Austrittsdurchmessers für ein Minimum an Austritts- und Laufradreibungs-Verlusten: allgemeine Gleichung für alle Turbinengattungen: $D_{2a} = k\cdot\sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$ mit k = 4,4 bei $n_s > 200$. Erweiterung des Laufradkranzes, Kranzwinkel γ). —

— Die Elektrotechnik auf der Ausstellung in Grenoble. Von Ing. Hak. — Elektrotechnik und Maschinenbau 1926, H. 1, S. 1—13, mit 18 Abb. — (Beschreibung besonders bemerkenswerter Objekte nach einem kurzen Bericht über Stand und Entwicklung des Wasserkraftausbaues in Frankreich: große Turbinen, selbstregelnde Crozet-Francisturbine (vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 14, S. 264); elektrischee Apparate; Elektrokessel; Lokomotiven mit Vertikalmotoren 2—A_3—2.) —

— A propos de méthodes d'accouplement des turbines hydrauliques. (Zum Wesen der Verbindung von Wasserturbinen). Von Prof. Thomann. — Bull. techn. de la Suisse Rom., 1925, H. 24, S. 289—293, mit 3 Abb. — (Untersuchung des Gesamtwirkungsgrades bei Verbindung zweier verschieden großer Propellerturbinen und ebenso Francisturbinen, Propeller- und Francisturbine. Methode zur Bestimmung des besten Gesamtwirkungsgrades.) —

— Evolution des théories relatives du fonctionnement des turbines. (Entwicklung der Theorien über die Wirkungsweise der Turbinen). Von Ing. Cayère. — Bull. techn. de la Suisse Rom., 1925, H. 25, S. 307—309, mit 5 Abb. — (Auszug aus: Revue Arts et Métiers, Juni-Juli 1925: Entwicklungszwang und -Gang von der eindimensionalen zur dreidimensionalen Theorie, ent-

Digitized by Google

sprechend dem Charakter der Durchströmung von rein radialer bzw. axialer Richtung bis zum Wirbel.) —

Wasserstraßen. Der Rove-Kanal. Südwest-Deutschland, 1925, H. 10, S. 235—241, mit 3 Abb. — (Beschreibung des Schiffahrtskanals Marseille—Arles, insbesondere des 7,26 km langen Kanalstollens von 18 m Spiegelbreite, 4 m Wassertiefe und rund 15 m Scheitelhöhe; Bauausführung). —

— Die größte Binnenlandsschleuse Deutschlands. Von Prof. Dr.-Ing. Quietmeyer, Hannover. „Zement" 1925, Nr. 44, S. 902—905, mit 2 Abb. — (Konstruktions- und Baubeschreibung des im Zuge des Mittellandkanals 9 km östlich von Hannover z. Zt. im Bau befindlichen Schiffsschleuse. Länge der Kammer 225 m, Breite 12 m, Gefällsstufe 12 m. Die Ausführung der Mauern erfolgt vorwiegend in Gußbeton. Eingehende Beschreibung der Betriebseinrichtungen hierfür). —

— Die Rheinregulierung. Von Dir. Langen. — Z. d. V. d. I. 1925, H. 47, S. 1453—1458, und H. 49, S. 1535—1539, mit 15 Abb. — (Uebersicht über die hydrographischen Verhältnise und die Einzelheiten der einzelnen Stromstrecken. Der Ausbau der einzelnen Abschnitte von Basel bis Holland in ihrer Entwicklung bis zur Gegenwart, Erfolge). —

— Kanaler och järnvägar. (Kanäle und Eisenbahnen). Von Obering. Ekwall. — Teknisk Tidskrift, 1926, H. 3, S. 19—21 und H. 4, S. 27—30, mit 2 Abb. — (Entwicklung und Bedeutung der Wasserstraßen in Schweden; Entwicklung des Eisenbahnverkehrs; Vergleich zwischen Eisenbahn- und Kanalverkehr; die einzelnen Kanäle: Trollhättankanal, Södertälje-Kanal; Entwicklung des Kanalverkehrs im Allgemeinen). —

Wasserversorgung. Die Gothaer Holzrohrleitung für Trinkwasser. Von Dr.-Ing. Schubert. — Bauingenieur, 1925, H. 36, S. 991—993, mit 1 Abb. — (Beschreibung der 400-mm-Leitung für 35 m Druckhöhe, welche bei wesentlich billigeren Gesamtbaukosten um 15% mehr Wasser fördert als eine Gußeisenleitung). —

— Selbsttätig wirkende Pumpwerke. Von Thürlemann. — B. B. C.-Mitteilungen, 1925, H. 12, S. 251 bis 262, mit 21 Abb. — (Beschreibung einer Anzahl ausgeführter selbsttätiger Pumpenanlagen, Apparate und Schaltungen zum selbsttätigen Anlassen und Abstellen abhängig vom Wasserverbrauch, von der Zeit und von beidem; Darstellung von Ausführungen für die Wasserversorgung von Einzelanwesen, Betrieben und öffentlichen Wasserwerken in der Schweiz). —

— Wasserversorgungsanlagen nordamerikanischer Großstädte. Von Ing. Dr. Musil. — Z. d. österr. Ing- und Arch.-Ver. 1925, H. 51/52, S, 447 bis 453, mit 6 Abb. — (Beschreibung der wesentlichen Teile der Wasserversorgungsanlagen von Neuyork, Chicago, St. Louis, Los Angeles und San Francisco. Damit verbundene Wasserkraftwerke: Los Angeles 4 Werke mit 69000, 44 000, 9000 und 6000 PS; San Francisco 92 000 PS und 45000 PS). —

Buchbesprechungen

Das Kraftwerk Fortuna II (Siemens-Handbücher, 5. Band), Monographie eines Dampfkraftwerkes in systematischer Darstellung von Albert Schreiber, Direktor des Rheinischen Elektrizitätswerkes im Braunkohlenrevier A.-G., Köln. 175 Seiten mit 141 Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln. Berlin und Leipzig 1925, Verlag Walter de Gruyter & Co. Preis gebunden RM. 6,50.

Es ist ein dankenswertes Beginnen des Verfassers, ein mustergültiges neuzeitliches Kraftwerk in allen seinen Einzelteilen und alle Ueberlegungen, die beim Entwurf maßgebend waren, in einer geschlossenen Darstellung weit über den Rahmen der üblichen Zeitschriftenaufsätze hinaus zur Darstellung zu bringen. Gerade der Umstand, daß sich das Buch nicht auf reine Beschreibung beschränkt, sondern auch wie erwähnt die maßgebenden Ueberlegungen vorführt und alle Einzelheiten begründet, gibt einem solchen Werk dauernden Wert und zu einem Teile den Charakter eines Lehrbuches.

Wenn auch naturgemäß die Beschreibung des dampftechnischen Teiles und insbesondere seines Charakters als Braunkohlenkraftwerk einen breiten Raum einnimmt, so gibt doch der maschinentechnische und elektrotechnische Teil eine Menge von Einzelheiten und Grundsätzen, die sich auch auf Großwasserkraftanlagen sinngemäß übertragen lassen, abgesehen davon, daß doch auch der auf dem Wasserkraftgebiet Tätige das Wettbewerbsgebiet der Wärmekraftanlagen besonders mit minderwertigen Brennstoffen kennen und seine wirtschaftlichen Gesichtspunkte beherrschen muß.

Die außerordentlich sorgfältig und gediegen ausgestattete Schrift mit vorzüglichen Abbildungen über alle Einzelheiten verdient es, auch in dem Bereich der neuzeitlichen Großwasserkraftwerke Nachfolge zu finden in einer Weise, in der uns zum Beispiel die Norweger mit dem mustergültigen Buch Raanasfoos (diese Zeitschrift 1925, Seite 244 besprochen) vorangegangen sind. Es darf wohl erwartet werden, daß wir auch über unsere deutschen Großwasserkraftanlagen in nicht zu ferner Zeit mit ähnlichen eingehenden Beschreibungen bedacht werden mögen (W. 695).

Kaplan-Turbinen. J. M. Voith, Heidenheim a. B. und St. Pölten N.-Oe., Druckschrift Nr. 532. — Eine mit instruktiven mehrfarbigen Skizzen ausgestattete Druckschrift schildert kurz die Vorteile, Merkmale und konstruktiven Einzelheiten der Kaplanturbinen Voith'scher Bauart, von welchen schon rund 20 000 PS im Betrieb und Bau stehen mit Einzel-Leistungen von 102 bis 3540 PS. — Bei kleineren und mittleren Turbinen erfolgt die Laufradschaufel-Verstellung durch Doppelregler und Druckübertragungsmuffe, bei großen Turbinen sitzt Steuerventil und Servomotor in oder auf der Welle. — Die Umschlagzeichnung ist eine bemerkenswert gelungene Verbindung von Technik und Kunst. (W. 712.)

„Illustrierte Technik für Jedermann". Wir verweisen auf den unserer heutigen Nummer beiliegenden Prospekt dieser aktuellen Wochenschrift. Wie der rasche Erfolg dieser Zeitschrift erwiesen hat, ist heute mehr denn je das Bedürfnis in allen Kreisen und allen Berufen vorhanden, die Grundlagen und Fortschritte der Technik dauernd zu verfolgen. Aber auch für den Fachmann hat sich die „Illustrierte Technik" als unentbehrlich erwiesen, da sie ihn über den Rahmen der engeren Fachzeitschriften hinaus über die wesentlichsten Fortschritte auf dem Gesamtgebiet der Technik ohne Mühe auf dem Laufenden erhält und ihm damit vielerlei Anregung für sein eigenes Fachgebiet erschafft. Die Zeitschrift erscheint in wöchentlichen Heften an jedem Dienstag und ist zum Preise von 20 Pfg. in allen Buchhandlungen und Zeitungsständen zu haben.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 7 | **München, 1. April 1926** | **21. Jahrgang**

Über Peltonräder für veränderliches Gefälle

Nach de Sparre (C. R. 10. VI. 1924; S. 1942/45) übertragen von Reg.-Baumeister F. Eisner.

Man ist häufig gezwungen, Turbinen unter veränderlichem Gefälle arbeiten zu lassen. Man kann dann dem Entwurf diejenige mittlere Fallhöhe H_0 zugrunde legen, der, wenn das Gefälle vom Kleinstwert H_1 bis auf den Größtwert H_2 wechselt, die geringste Leistungsänderung entspricht.

Es sei v_0 die absolute Wassergeschwindigkeit an der Düse, w und w_1 die relative Eintritts- bzw. Austrittsgeschwindigkeit, u die Umfangsgeschwindigkeit des Läufers und H die Gefällhöhe zu beliebiger Zeit, ϱ die Leistung.

Bei tangentialer Zuströmung gilt nach Rateau, Traité des turbo-machines, S. 13:

$$\varrho = \frac{u^2}{g \cdot H}\left(\frac{v_0}{u} + \frac{w_1}{u} - 1\right) \text{ und } w = v_0 - u.$$

Bezeichnet man die Verluste im Läufer mit $\frac{b w_1^2 + c w^2}{2g}$, in der Düse mit $\frac{a}{2g} v_0^2$, so hat man $v_0^2 = 2g\,H - a\,v_0^2$ und $w_1^2 = w^2 - b\,w_1^2 - c\,w^2$. Mit $x = \frac{v_0}{u}$ wird

$$w_1 = u\,(x-1)\sqrt{\frac{1-c}{1+b}} \text{ und}$$

(1) $$\varrho = \frac{2\,(x-1)}{(1+a)\,x^2}\left(1 + \sqrt{\frac{1-c}{1+b}}\right),$$ woraus sich für $x = 2$ ein Maximum ϱ_m ergibt; hierzu gehört die Gefällhöhe H_0.

Es wird:

(2) $$\varrho_m = \frac{1}{2\,(1+a)}\left(1 + \sqrt{\frac{1-c}{1+b}}\right); \quad 2gH_0 = 4\cdot(1+a)\cdot u^2.$$

Sieht man ϱ als gegeben an und setzt:

$$m = \frac{1}{(1+a)\,\varrho}\cdot\left(1 + \sqrt{\frac{1-c}{1+b}}\right)$$

so schreibt sich Gleichung (1):

(3) $$x^2 - 2m\,x + 2m = 0.$$

Mit $y = \frac{H}{H_0}$ schreibt sich die zweite Gleichung (2):

$$x^2 = \frac{2g\,H_0 \cdot y}{(1+a)\,u^2} = 4y, \text{ was mit (3) zusammen}$$

(4) $4y^2 + 4m\,(m-1)\,y + m^2 = 0$ ergibt. Wird H_0 so gewählt, daß H_2 und H_1 der größeren und der kleineren Wurzel dieser Gleichung entsprechen, so muß sein:

(5) $$\frac{H_1 + H_2}{H_0} = m\,(m-1); \quad \frac{H_2 - H_1}{H_0} = m\sqrt{(m-1)^2 - 1}.$$

Setzt man schließlich $R = \frac{H_2 - H_1}{H_2 + H_1}$, so wird $(m-1)^2 = \frac{1}{1-R^2}$, woraus für kleine Werte R (deren Quadrate vernachlässigbar sind) sich

(6) $$m \simeq 2 + \frac{R^2}{2}$$ ergibt, also mit Hilfe von (2)

$$\varrho = \frac{1}{(1+a)\,m}\left(1 + \sqrt{\frac{1-c}{1+b}}\right) = \frac{2}{m}\cdot\varrho_m \text{ und bei}$$

Vernachlässigung von Größen der Ordnung R^4:

(7) $$\varrho = \left(1 - \frac{R^2}{4}\right)\varrho_m,$$ also entsprechend (5):

(8) $$H_0 = \frac{H_1 + H_2}{m\,(m-1)} = \frac{H_1 + H_2}{2}\left(1 - \frac{3}{4}R^2\right).$$

Wählt man diesen Wert H_0 für den Entwurf, dann hat ϱ den Wert (7) für $H = H_1$ und für $H = H_2$ und wird für $H = H_0$ zu ϱ_m.

Beispiel. Wäre $H_2 = 2 \cdot H_1$, also $R = \frac{1}{3}$, so findet man $\varrho = 0{,}972\,\varrho_m$ und $H_0 = 0{,}917\,\frac{H_2 + H_1}{2}$; die Leistungsschwankung beträgt also nur 3%, obwohl das Gefälle auf das Doppelte steigt.

Man kann auch umgekehrt fragen, zwischen welchen Grenzen das Gefälle schwanken darf, wenn eine bestimmte Leistungsschwankung zugelassen ist. Zu diesem Zwecke setze man:

(9) $\varrho = (1 - \varepsilon)\,\varrho_m$ und findet mit (7) und (8), wenn ε^2 vernachlässigt wird,

(10) $$\frac{H_1}{H_2} = \frac{1 - 2\sqrt{\varepsilon}}{1 + 2\sqrt{\varepsilon}}, \quad H_0 = \frac{H_1 + H_2}{2}\,(1 - 3\varepsilon).$$

Beispiel. Wäre $\varepsilon = 0{,}01 = 1\%$ zulässig, so ergäbe sich $\frac{H_1}{H_2} = \frac{2}{3}$; $H_0 = 0{,}97\,\frac{H_2 + H_1}{2}$.

Handelt es sich nicht um den Entwurf einer Turbine, sondern darum, sich über die Grenzen der Leistungschwankung ein Bild zu machen, wenn eine für H_0 berechnete Turbine unter ein Gefälle H_1 kommt, so hat man (4) zu lösen, wo y bekannt ist, erhält $m = \frac{2y\,(1 + 2\sqrt{y})}{4y - 1}$ und daraus ϱ aus

$$\varrho = \frac{1}{(1+a)\,m}\left(1 + \frac{\sqrt{1-c}}{1+b}\right) = \frac{2}{m}\cdot\varrho_m.$$

Beispiel. Das neue Gefälle ist halb so groß wie das Konstruktionsgefälle, also $y = \frac{1}{2}$. Man erhält $m = 1 + \sqrt{2}$ und $\varrho = \frac{2\,\varrho_m}{1 + \sqrt{2}} = 0{,}828\,\varrho_m$; man würde also 17% an Leistung verlieren, während man bei gleichem Verhältnis 2:1 der beiden Gefällhöhen bei richtiger Wahl des Konstruktionsgefälles H_0 (s. obiges Beispiel) nur 3% Leistungsschwankung erreicht hätte.

Ebenso kann man für eine fertige Turbine bei gegebener zulässiger Leistungsschwankung die Grenzen ermitteln, zwischen denen das Gefälle schwanken darf. Man kann aus obigen Gleichungen bei Vernachlässigung von ε^2

Digitized by Google

(11) $m = \frac{2\varrho_m}{\varrho} - \frac{2}{1-\varepsilon} = 2(1+\varepsilon)$ ableiten, dann ergibt Gleichung (4) als Grenzen:

(12) $$H_0\left[1+3\varepsilon+2\sqrt{\varepsilon}\left(1+\frac{3}{2}\varepsilon\right)\right] > H > H_0\left[1+3\varepsilon-2\sqrt{\varepsilon}\left(1+\frac{3}{2}\varepsilon\right)\right].$$

Beispiel. Für 1% zulässiger Leistungsschwankung erhält man: $1{,}233\,H_0 > H > 0{,}827\,H_0$. Man kann also das Gefälle um 23% nach oben schwanken lassen und hat nur 1% Leistungsschwankung; hätte man H_0 nach (8) bestimmt, so hätte man bei gleicher Leistungsschwankung $\frac{H_1}{H_2} = {}^2/_3$, also 66% Gefälleschwankung (s. o.) erhalten.

Zusatz des Uebersetzers. Die theoretischen Ansätze von de Sparre sind in vorstehender Form für die Praxis natürlich nicht ohne weiteres zu gebrauchen; die Betrachtungsweise und Art der Fragestellung bietet jedoch manche Anregung und dürfte in einigen Sonderfällen zu wichtigen Angaben führen, wenn der zeitliche Verlauf des Gefälles („Gefälledauerlinie") mit in die Betrachtung zur Ermittlung bester Leistung hineingezogen wird. Man wird dann zweckmäßig nicht allein rechnerisch, sondern auch graphisch vorgehen. (W. 584.)

Das dynamische Grundgesetz in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen des Wassers in Flüssen.

Von Bauamtmann van Rinsum in Regensburg.

(Fortsetzung aus Heft 6, Seite 60.)

Noch weniger befriedigten die Ergebnisse des Beiwertes c, die sich einer systematischen Ordnung überhaupt als unzugänglich erwiesen.

Für die Beiwerte β kam ich aus theoretischen Erwägungen dazu, sie in Abhängigkeit von den Rechnungstiefen:

$$(t_0 - c)$$

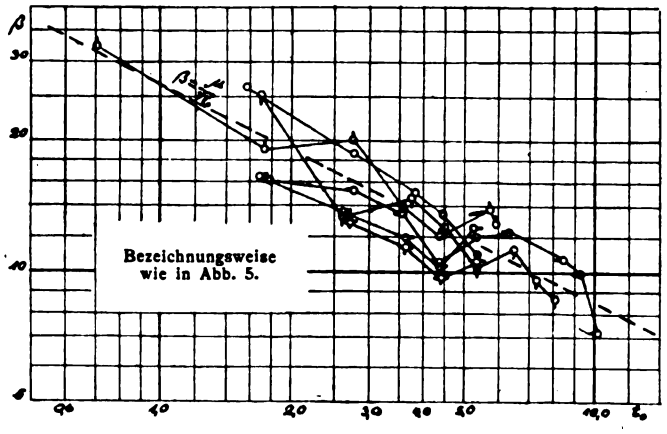


Abb. 6. Die β-Werte der Rheinmessungen.

zu setzen. In Abb. 6 habe ich dies auf log. geteiltem Papier dargestellt.

Uebersicht 2.

Zusammenstellung der Ergebnisse der Rheinmessungen siehe nächste Seite.

Die regelmäßige Anordnung der Punkte springt sofort in die Augen. Das durch die ausgleichende Gerade zum Ausdruck gebrachte Gesetz ist eine Hyperbel:

$$\beta = \frac{\mu}{\sqrt{t_0 - c}} \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

oder mit anderen Worten: das Produkt aus β und der Wurzel aus der -Rechnungstiefe ist festwertig (μ im Mittel = 26,6).

Nun versuchte ich die Ermittlungen auf vollständige Wassermessungen auszudehnen. Es ist hierbei von großem Vorteil, daß das die Geschwindigkeit bestimmende Gefälle für alle Punkte im wesentlichen als gleich angenommen und hiermit eine Fehlergröße zunächst außer acht gelassen werden kann.

Ferner überlegte ich mir, daß die Größe c doch eigentlich lediglich des Vergleiches mit der log. Linie halber in die Untersuchungen hineingetragen worden war, hier also ausscheiden kann. Die nachträgliche Einführung eines dritten Beiwertes in physikalisch einwandfreier Form wäre ja dadurch, wenn sie sich als notwendig herausstellen sollte, nicht unterbunden. Das für β gefundene Gesetz will ich also auch für die Gesamttiefen t_0 als berechtigt einführen:

$$\mu = \beta \cdot \sqrt{t_0} \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

Setze ich ferner in der Ausgangsgleichung, der ich die Form:

$$v = \alpha \cdot \sqrt{t_0 \cdot \varphi} + \beta \cdot \sqrt{(t_0 t - {}^1/_2 t^2)\cdot\varphi}$$

gegeben hatte,

$$t = \gamma \cdot t_0 \quad \ldots\ldots\ldots (15)$$

ein, so geht sie über in:

$$v = \sqrt{t_0}\left[\sqrt{\varphi}(\alpha + \beta\sqrt{t_0}\cdot\sqrt{\gamma - {}^1/_2\gamma^2})\right] \quad \ldots (16)$$

Man erkennt, daß der Klammerausdruck für eine bestimmte Lotrechte nur mehr von der Verhältniszahl γ abhängig, die Gleichung also homogen ist, wenn man dem Beiwert, was nach den theoretischen Entwicklungen zulässig ist, die Dimension der Wurzel aus der Fallbeschleunigung gibt.

Das Ergebnis werde ich mir zweckmäßig zeichnerisch vergegenwärtigen. Hierbei werde ich noch die weitere Vereinfachung treffen, und statt der Messungstiefen ebenfalls die Verhältniszahlen γ auftragen. Mit diesem Kunstgriff, der lediglich auf eine Aenderung der Maßstäbe hinauskommt, habe ich **alle Punkte aller Lotrechten auf eine gemeinsame Basis** gebracht. Sie sind nur Funktionen der Beiwerte, die Tiefe t_0 ist ausgeschieden. Es wird also auch

$$\beta \cdot \sqrt{t_0} = \beta\sqrt{1}$$

d. h. β wird in diesem Falle mit u gleich.

In den nachfolgenden Abbildungen habe ich die Ergebnisse an einer Wassermessung veranschaulicht. In Abb. 7 sind die Geschwindigkeitsmessungen in ihrer wahren Größe und in der wahren Tiefe maßstäblich aufgetragen, in Abb. 8 die Werte:

Digitized by Google

Uebersicht 2.

Zusammenstellung der Ergebnisse der Rheinmessungen.

lfd. Nr.		t	c	α	β	p	m	v_s	φ‰	Erklärung
Rhein bei Koblenz km 88,5										p = Anzahl der gemittelten Punktreihen. m = mittlerer Fehler der Punktreihe.
1	I	5,54	0,14	27,3	11,0	6	21,5	0,681	0,115	
2	II	4,60	0,12	22,2	13,45	16	9,9	0,506	0,116	
3	III	3,84	0	18,1	15,15	10	6,6	0,394	0,117	
4	IV	3,80	0	10,05	18,85	11	7,4	0,183	0,118	
5	V	1,67	0,10	26,6	26,3	50	5	0,361	0,117	
Rhein bei Leubsdorf km 124,8										
6	I	6,09	0,15	32,7	12,7	4	21,3	0,942	0,139	
7	II	5,74	0,04	31,0	13,72	54	10,7	0,889	0,144	
8	III	4,47	0,10	29,5	12,0	23	11,1	0,809	0,171	
9	IV	3,74	0,14	25,4	13,91	28	11,5	0,674	0,196	
10	V	2,85	0,07	20,9	20,1	17	18,3	0,460	0,174	
11	VI	1,79	0,05	16,23	19,1	7	23,2	0,286	0,178	
12	VII	0,68	-0,02	—	32,4	8	—	-0,006	0,225	
Rhein bei Köln km 182,6										
13	I	5,35	0,12	29,5	12,42	51	45,3	0,987	0,214	
14	II	4,55	0,15	34,3	10,36	47	11,1	1,077	0,223	
15	III	3,77	0,13	31,5	11,9	22	9,8	0,906	0,226	
16	IV	2,75	0,13	22,5	23,61	19	14,1	0,648	0,315	
17	V	1,79	0,10	23,9	16,48	19	3,2	0,591	0,360	
Rhein bei Himmelgeist km 229										
18	I	8,15	0,10	21,7	8,62	2	37,5	0,872	0,200	
19	II	7,51	0,15	25,8	9,48	10	26,9	0,946	0,182	
20	III	6,56	0,06	22,6	11,27	17	27,2	0,800	0,191	
21	IV	5,45	0,08	24,3	10,6	16	13,3	0,780	0,192	
22	V	4,58	0,08	23,0	12,48	28	6,4	0,602	0,152	
23	VI	3,80	0,05	17,32	14,56	7	19,4	0,392	0,136	
24	VII	2,73	0,12	19,35	13,4	7	23,2	0,405	0,168	
25	VIII	1,72	0,03	15,36	25,2	5	27,5	0,260	0,169	
Rhein bei Obermörnter km 331,4										
26	I	10,23	0,15	31,8	7,16	6		1,255	0,154	
27	II	9,52	0,15	28,0	9,94	14		0,947	0,122	
28	III	8,60	0,15	29,5	10,7	7		0,907	0,111	
29	IV	6,51	0,15	26,1	12,25	29	18,8	0,559	0,072	
30	V	5,49	0,14	30,7	11,8	52	5,6	0,559	0,062	
31	VI	4,50	0,15	34,2	10,45	41	6,9	0,580	0,066	
32	VII	3,72	0,14	36,1	13,86	9	15,1	0,498	0,053	
33	VIII	2,89	0,12	25,7	15,4	10	12,4	0,300	0,049	
34	IX	1,89	0,11	30,5	16,0	6	20,9	0,331	0,066	
Rhein bei Ork km 306,2										
35	I	5,54	0,15	30,9	10,16	15	14,7	0,845	0,139	* ohne den obersten Punkt mit 78 mm Fehler.
36	II	4,55	0,15	33,1	9,57	8	15,2*	0,820	0,139	
37	III	3,81	0,14	37,1	11,46	12	13,8	0,802	0,127	
38	IV	2,86	0,13	36,3	12,9	12	12,2	0,679	0,128	

Digitized by Google

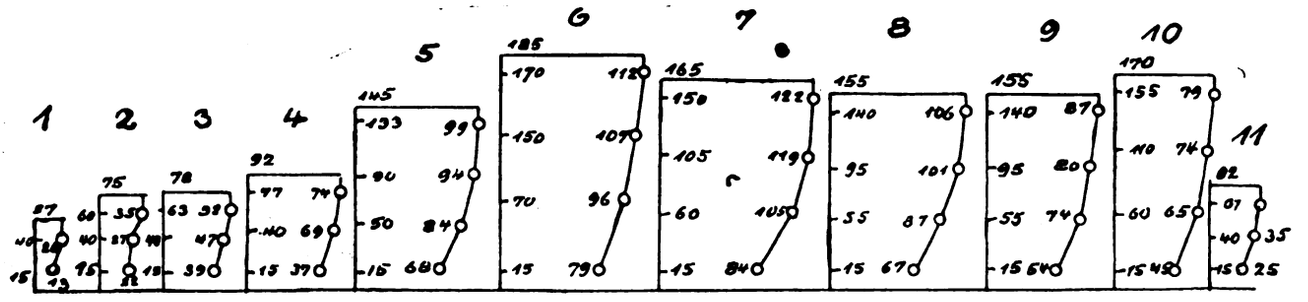


Abb. 7.

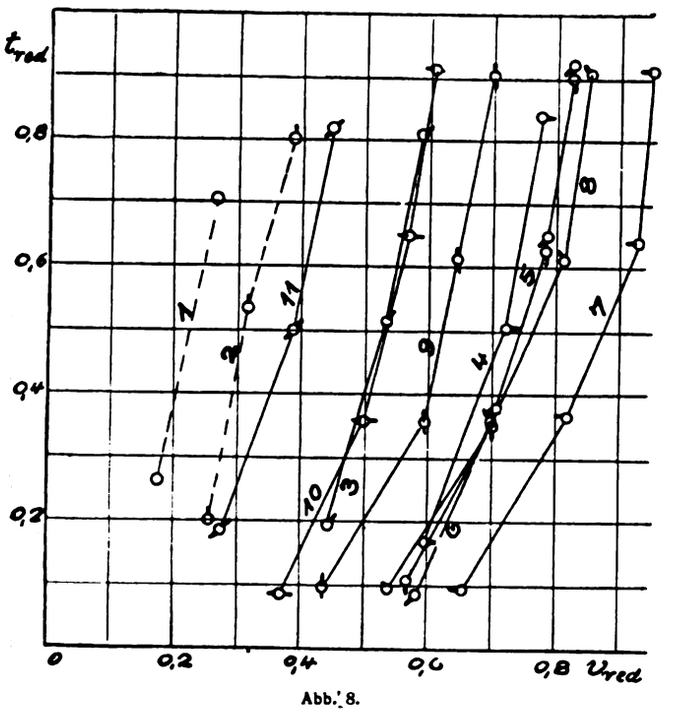


Abb. 8.

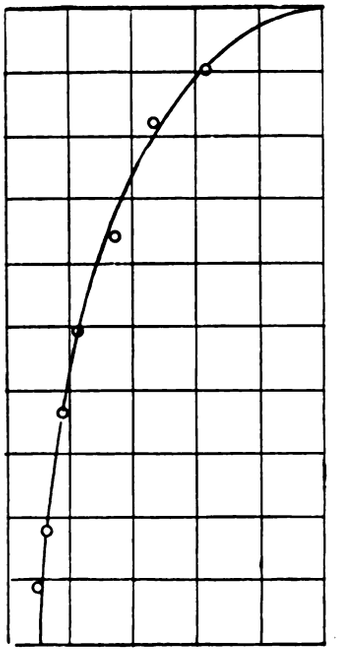


Abb. 10.

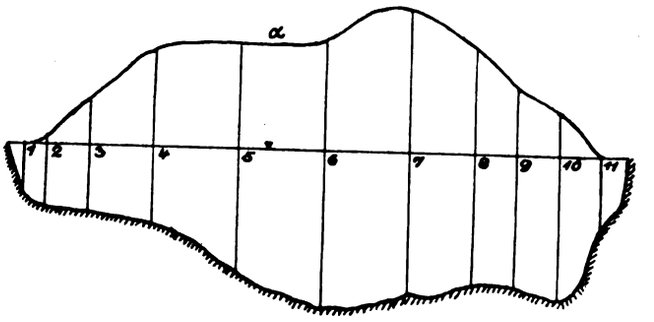


Abb. 9.

Abb. 7.
Die gemessenen Geschwindigkeiten und Tiefen.

Abb. 8.
Die reduzierten Geschwindigkeiten und Tiefen.

Abb. 9.
Die α-Kurve.

Abb. 10.
Die Mittelwertkurve.

$$\frac{v}{\sqrt{t_0}} = v_{red}$$

in den zugehörigen Tiefen:

$\frac{t}{t_0} = \tau = t_{red}$ von einem gemeinsamen Ursprung aus zur Darstellung gebracht. Die Bezeichnungsweise v_{red} und t_{red} habe ich gewählt, um damit zum Ausdruck zu bringen, daß, abgesehen von der Aenderung des Maßstabes an den Kurvenbildern grundsätzlich nichts geändert worden ist. Sie haben nunmehr als Grundlage zur Ermittlung der Beiwerte α, μ, c, zu dienen. Für die Tiefe „1" pflege ich bei meinen Rechnungen den Abstand von 10 cm zu wählen.

Die Abb. 8 dürfte in ihrer Klarheit und Uebersichtlichkeit überzeugend wirken. Während die Lotrechtenkurven keinerlei gemeinsame Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen (Abb. 7), sieht man hier auf den ersten Blick, wie die Punktreihen alle die gleiche Steigung zeigen, d. h. das Ergebnis

$$\mu = \text{festwertig}$$

liegt hier ohne weitere Rechnung klar vor Augen. Ferner nimmt der Abstand der einzelnen Kurven vom 0-Punkt mit dem Abstand der einzelnen Messungslotrechten von den beiden Ufern aus zu, d. h. die α folgen ebenfalls einem regelmäßigen Gesetz, das sich in Form einer α-Kurve aufzeichnen läßt (Abb. 9).

Die nächste Aufgabe wäre nun die, aus all den Punktreihen mit Ausnahme der Lotrechten 1 und 2, die als Uferlotrechten von dem allgemeinen Gesetz etwas abweichen, einen Mittelwert zu bilden, um daraus einen Rückschlag auf die Größe c ziehen und α und die μ schärfer fassen zu können.

Bei diesem Vorhaben muß man allerdings bedenken, daß eine arithmetische Mittelbildung der Punkte gleicher Höhenlage ohne weiteres nicht so rasch zum

Digitized by Google

Ziele führt, da das „Gewicht" derartig gefundener Mittelwerte sehr verschieden ist. Es ist zweckmäßiger, zuerst alle Punktreihen so gegenseitig zu verschieben, daß sie sich möglichst genau decken. Danach steht einer arithmetischen Mittelbildung nichts mehr im Wege (Abb. 10). Für die Untersuchung der auf diese Weise gefundenen mittleren Punktreihe kann ich dann das gleiche Rechnungsverfahren, das ich eingangs erwähnt habe, in Anwendung bringen. Ich erhalte daraus mit großer Annäherung das für die Wassermessung gültige:

$$\bar{\mu} = \mu \cdot \sqrt{\varphi} = 0{,}44.$$

Es ergibt sich aber noch ein weiteres: c wird zu 0, d. h. der physikalisch nicht einwandfrei geklärte Abstand der Ellipse von der Sohle (vgl. Abb. 4) tritt innerhalb eines Querschnittes im ganzen genommen nicht in die Erscheinung.

Die empirischen Untersuchungen haben damit zu einem restlos geschlossenen Ergebnis geführt. Sie haben die theoretischen Ableitungen bestätigt und einen Weg gewiesen, die Wassermessung zur Erklärung bisher nicht faßbarer hydrotechnischer Vorgänge heranzuziehen in einer Vollständigkeit, wie es wohl noch niemals möglich geworden ist.

Dies dürfte aus der nachfolgenden Zusammenfassung der Ergebnisse deutlich hervorgehen:

1. Die Abflußgesetze des Wassers in Flüssen können auf Grund des dynamischen Grundgesetzes erfaßt und auf eine einfache, physikalisch richtige Form gebracht werden.

Die hierbei auftretenden, Energie verzehrenden Wirkungen sind in ganz anderer, dabei einfacherer Weise zu bewerten, als es den bisherigen Anschauungen entspricht.

Die Sohlengeschwindigkeit wurde als eine endliche Größe, die Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten als eine stetige Kurve erkannt. Lediglich der unmittelbare Einfluß der beiden Ufer bringt eine, wenn auch geringwertige Unstetigkeit in die erkannten Gesetzmäßigkeiten hinein.

2. Das Steigungsverhältnis der Ellipse befolgt ein eindeutiges Gesetz, das durch den Beiwert μ gekennzeichnet ist. μ kann aus sorgfältigen Wassermessungen, bei denen auch das Gefälle einwandfrei bestimmt sein muß, näher umgrenzt werden. Ich habe hierfür bei meinen Untersuchungen von Wassermessungen bis jetzt im Mittel:

$$\mu = 28$$

gefunden.

Mit der Kenntnis dieses Wertes wird es umgekehrt möglich sein, das Gefälle aus der Wassermessung ohne vorherige Aufnahme als Mittelwert oder auch in seiner Veränderlichkeit im Querschnitt zu ermitteln. In der Wassermessung sind also alle Unterlagen zu einer vollständigen Auswertung enthalten, was durchaus unserem natürlichen Empfinden entspricht.

3. Die empirisch vielfach verwendete Grundformel zur Beschreibung der Geschwindigkeitsbildung in einem Querschnitt:

$$v = \varkappa \sqrt{t \cdot \varphi}$$

ist physikalisch nur dann berechtigt, wenn unter v nicht die mittlere Geschwindigkeit des ganzen Querschnittes, sondern die Geschwindigkeit in jedem einzelnen Punkt verstanden wird. Nur wenn von hier der Ausgangspunkt genommen wird, läßt sich die Zulässigkeit und Möglichkeit einer allgemeinen Geschwindigkeitsformel beurteilen.

4. Die gefundenen α-Werte haben als Grundlage für die Betrachtungen über Sohlengeschwindigkeit und Geschiebeführung zu dienen. Auch hier muß wieder betont werden: die Einführung eines für den ganzen Querschnitt gültigen Mittelwertes ist erst dann zulässig, wenn über die Einzelwerte genügende Erfahrungen vorliegen.

Das sogenannte Schleppkraftgesetz:

$$S = 1000 \cdot t \cdot \varphi$$

ist jedenfalls durch die Untersuchungen nicht bestätigt worden. Es ist durch einen im Querschnitt veränderlichen Beiwert, der von der Sohlenbeschaffenheit abhängig ist, zu ergänzen.[7])

Ich habe mich mit den vorstehenden Ausführungen auf die wesentlichsten Punkte der Theorie für den Abfluß in Flüssen beschränkt. Die Theorie läßt sich auch ganz allgemein fassen und gestattet dann die Ausdehnung auf alle Abflußarten in offenen und geschlossenen Fließquerschnitten.

Hierüber, wie auch über die Auswertung von Wassermessungen für die Bedürfnisse der Praxis auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse will ich mich unter Angabe einfacher Rechnungsverfahren in einer gesonderten Veröffentlichung verbreiten. (W. 415)

[7]) Vgl. hiezu dieselben Folgerungen von Engels im „Handbuch des Wasserbaus" 2. Aufl. 1921 Berlin.

Rundschau

Hydraulik.

Das hydrologische Institut Rußlands wurde im Jahre 1919 vom Staate in Verbindung mit der Russischen Akademie der Wissenschaften gegründet. Seine Aufgabe besteht in dem allseitigen Studium der Gewässer Rußlands und in Forschungen über die verschiedenen theoretischen Fragen der Hydrologie. In wissenschaftlicher Beziehung steht das Institut in enger Verbindung mit der Akademie der Wissenschaften. Bewährte Fachleute bilden „das Präsidium des wissenschaftlichen Rates". Eine dem Institut angegliederte spezielle Kommission hat die Aufgabe, Arbeiten zu sammeln und zusammenzufassen, die in Beziehung zur Hydrologie stehen. Es gibt eine Abteilung für Flüsse, für Seen, für Meere, für Grundwasser; ferner eine hydraulisch-mathematische, eine hydrophysische, hydrochemische, hydrobiologische und hydrometrische Abteilung, die alle mit speziellen Laboratorien ver-

Digitized by Google

sehen sind. Das Präsidium des Institutes besteht aus dem Direktor (Prof. V. G. Gluschkoff), seinen Stellvertretern (Prof. K. M. Derjugin, Prof. N. M. Knipowitsch), dem Sekretär (A. I. Richter) und den Abteilungsvorstehern. Diese sind für die Mathematisch-Hydraulische Abteilung Prof. A. A. Satkewitsch, Hydrophysische Abteilung Prof. A. A. Kaminsky, Hydrochemische Abteilung A. W. Smirnoff, Hydrobiologische Abteilung Prof. K. M. Derjugin, Hydrometrische Abteilung Prof. V. G. Gluschkoff (Stellvertreter: N. A. Kopyloff), Flußabteilung V. M. Rodewitz, Seenabteilung Prof. L. S. Berg, Meeresabteilung Prof. N. M. Knipowitsch (Stellvertreter: Prof. W. E. Liachnitsky), Grundwasserabteilung A. A. Kosireff, Leiter der Hilfsanstalten (Bibliothek usw.) Prof. Morduhai-Boltowskoj. Zurzeit gibt das Institut folgende Veröffentlichungen heraus: 1. Nachrichten (Iswestija) des Hydr. Inst. Rußlands, 5—6 Hefte im Jahr in russischer Sprache mit einem Resumé in einer der ausländischen Sprachen; 2. Serien wissenschaftlicher Einzelschriften (drei Serien sind herausgegeben); außerdem die Annalen (Sapiski) des Hydr. Inst. Rußlands (der 1. Band in Druck). — Auf dem Gebiete der Feldarbeiten ist das Institut bestrebt, das russische Reich mit einem Basisnetz von hydrologischen Stationen aller Art zu versehen. Viel angewendet wird die Fragebogen-Methode, z. B. bei Studien über Frühlingshochwasser, die Schneedecke, das Grundwasser u. a. Das Institut hat so mehr als 2000 freiwillige Beobachter-Korrespondenten, die recht wertvolles Material liefern. — Es sind jetzt noch etwa 75 Prozent der Stromlänge (= 50 000 Kilometer) und bis etwa 100 000 Kilometer kleiner Wasserläufe zu erforschen. Besonders intensiv wird jetzt in NW-Rußland gearbeitet, wo das Gefälle der Flüsse, insbesondere des Wolchow, zur Kraftgewinnung ausgenutzt werden soll. (Nach „Wasser u. Gas", Prof. Dr. Thienemann.) (W. 690.)

Wasserkraftanlagen.

Die Ausnützung der Niagarafälle.

Der Ausbau der Niagarafälle wurde in drei Bauperioden vorgenommen. Beginnend mit dem Jahr 1895 wurden 13 Maschinen à 10 000 PS europäischer Herkunft aufgestellt. 1918/19 wurden drei Maschinen à 37 500 PS Leistung von J. P. Morris bzw. Allis Chalmers Company geliefert. Bei der letzten Erweiterung wurden drei Aggregate à 70 000 PS Leistung und zwar zwei von J. P. Morris und eine von Allis Chalmers Co. aufgestellt. Den Maschinen des ersten Ausbaues wird das Betriebswasser durch den sogenannten Wasserkraftkanal zugeführt, dessen Leistungsfähigkeit 1918 durch Verbreiterung auf 30 m bei rund 5 m Wassertiefe gesteigert wurde, so daß auch die drei Turbinen à 37 500 PS des Ausbaues B von ihm gespeist werden. Für den Ausbau C mit den drei 70 000 PS-Aggregaten mußte eine neue Wasserzuführung geschaffen werden, nachdem Grundstücksverhältnisse eine nochmalige Verbreiterung des vorhandenen Kanals nicht zuließen. Es wurde daher ein Druckstollen von der Entnahmestelle bis zum Wasserschloß gebaut, dessen tiefster Punkt 41 m unter der Erdoberfläche liegt. Seine Länge beträgt ca. 130 m, die Wassergeschwindigkeit bei 300 Sek./cbm. rund 3,5 m/sek. Vom Wasserschloß führen drei Druckleitungen zu den Turbinen, von denen jede am oberen Ende durch eine Drosselklappe von 7 m Durchmesser abgeschlossen werden kann. Letztere bestehen aus Fachwerkkonstruktion mit darübergenieteten 40 mm Stahlplatten. Oben und unten sind Stahlgußsegmente angenietet, durch welche die Welle hindurchgeht. Die Zapfen der Welle laufen in Bronzebüchsen von 500 mm Durchmesser und 1100 mm Länge. Die Bedienung geschieht durch einen Servomotor von 800 mm Zylinderbohrung und 1830 mm Hub.

Die Druckrohre haben 6,4 m Durchmesser, sind aus dem Gestein gehauen und haben eine Betonauskleidung von 600 mm Dicke. Das untere 29 m lange Ende ist mit 35 mm Stahlblech gepanzert. Diese Panzerung ist nötig, weil bei 2 Sek. Reglerschlußzeit eine 70% Drucksteigerung eintritt; gleichzeitig bildet sie den Uebergang zum Gehäuse des Johnson-Schiebers, der vor der Turbinenspirale als Absperrorgan sitzt, und die gesamte Wassermenge von 100 cbm/sek. in 3 Minuten abzuschließen vermag, was durch sehr sorgfältige Versuche festgestellt wurde.

Die Turbinendrehzahl ist 107 pro Minute. Dabei ist die spez. Drehzahl bei einem Nettogefälle von $H = 65{,}3$ m $n_s = 152$. Das normale Sauggefälle beträgt $H_s = 2{,}1$ m, also ist der Kavitationsbeiwert $s = \frac{H_{atm} - H_s}{H}$ rund 0,11 und gewährt reichliche Sicherheit gegen Korrosionen. Die Laufräder haben 4,72 m Durchmesser und sind aus Stahlguß. Die auf 1 m Gefälle und 1 m ⌀ bezogene Schluckfähigkeit beträgt 560 l/sek. Diese Zahl ist insofern interessant, als sich damit eine Laufradaustrittsenergie von rund 4% ergibt. Zur Verringerung des Spaltverlustes des Laufrades sind Labyrinthdichtungen vorgesehen.

Am Leitapparat ist die Durchbildung der Außenregelung bemerkenswert. Die Leitschaufelhebel stehen bei geöffnetem Leitrad schräg zum Radius und sind durch Lenker mit dem Regelring verbunden. Diese Lenker stehen ungefähr senkrecht zu den vorgenannten Hebeln und sind so konstruiert, daß sie brechen, wenn ein bestimmter Druck oder Zug überschritten wird. Wird durch Lenkerbruch eine Leitschaufel frei beweglich, so wirkt der benachbarte Leitschaufelzapfen als Anschlag für den Leitschaufelhebel und verhindert so, daß die Leitschaufel eventuell in das Laufrad hineinschlägt.

Die Welle hat ca. 900 mm ⌀ und ist in wassergeschmierten Pockholz-Halslagern gelagert.

Alle 3 Maschinen haben Zulaufspiralen. Letztere sind bei den beiden von J. P. Morris gelieferten Maschinen aus Stahlguß, bei der von Allis Chalmers gelieferten aus Schmiedeeisen. Die Stahlgußspirale ist aus mehreren Teilen zusammengesetzt. An den engeren, gegen das Spiralende zu gelegenen Stellen ist sie nur radial abgeteilt. Da, wo die Durchmesser gegen den Einlauf hin wachsen, sind die radialen Abschnitte durch achsparallele Ebenen noch einmal unterteilt. Alle Teile sind gegeneinander verschraubt und so zusammengesetzt, daß sie ein vollständiges Spiralgehäuse mit Stützschaufelring bilden. Bei der Konstruktion von Allis Chalmers Co. ist der Stützschaufelring aus 5 Stahlgußstücken zusammengesetzt und an diesen die einzelnen Blechschüsse angenietet. Die Frage, ob die Stahlguß- oder die Blechspirale vorzuziehen sei, soll offen gelassen werden. Angedeutet sei nur, daß bei der Stahlgußspirale die Beanspruchungen in der Nähe der Flanschen durch das von dem Abstand der Verschraubung von der

Digitized by Google

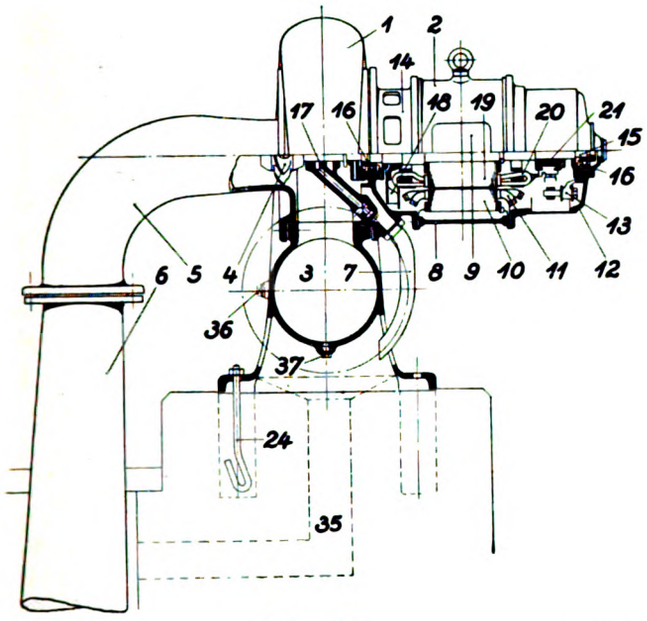
gezogenen Wand herrührende Biegungsmoment ungünstiger erscheinen.

Die Abführung des Wassers vom Laufrad erfolgt durch Moody-Saugrohre bzw. Whites Hydraucone, in welchen es so verzögert wird, daß der Austrittsverlust nur noch rund 0,15% beträgt.

Die erreichten Wirkungsgrade sind außerordentlich hoch, was allerdings dadurch erklärt werden kann, daß die Reynoldsche Zahl, welche bekanntlich von großem Einfluß auf die Höhe der Reibungsverluste ist, in diesen Turbinen ca. 35 000 000 beträgt. Daß das Versuchsrad, welches Allis Chalmers in der Holyoke-Versuchsstation geprüft hat, bei einer Reynoldschen Zahl von rund 400 000, nur einen um 1,3 % schlechteren Wirkungsgrad gehabt haben soll, erscheint etwas unwahrscheinlich, soll aber vom gewissenhaften Chronisten mitvermerkt werden. (W. 542) Sl.

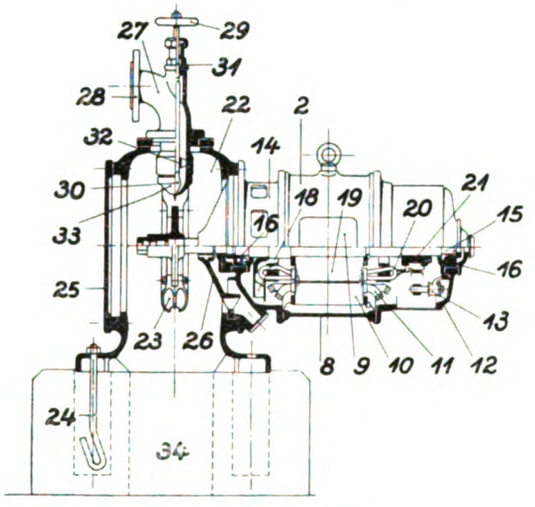
Die höchstgelegene Wasserkraftanlage Europas.

Neuzeitliche Kleinstwasserkraftanlagen haben wir in dieser Zeitschrift 1925, Heft 6, Seite 95, bereits beschrieben. Die Konstruktion, welche mittlerweile manche Verbesserungen



Spiralturbine.

Abb. 1. Kleinwasserdynamo, Schnitte



Freistrahlturbine.

erfahren hat, zeigt Abb. 1 links für Spiralturbinen bei einem Gefälle von:

2—14 m für eine Leistung von 0,40 kW,
2—18 „ „ „ „ „ 0,75 „
3—20 „ „ „ „ „ 1,50 „
4—24 „ „ „ „ „ 3,00 „

rechts die Anordnung bei Verwendung einer Freistrahlturbine für höhere Gefälle bis zu 150 m. Die Dynamo (2) Bauart Patent Professor Petersen, welche infolge ihrer eigenartigen Wicklungsanordnung bei Drehzahlschwankung von Vollast bis Leerlauf der Turbinen konstante Spannung liefert, besitzt eine in zwei Kugellagern (15,16) laufende verlängerte Welle und ist mittels des Zwischenstückes (14) unmittelbar an das Turbinengehäuse angeflanscht. Die Welle trägt fliegend das Propellerlaufrad (4) bei Spiralturbinen bzw. das Becherrad (23) bei Freistahlturbinen. Gegen das Spiralgehäuse (1) zu dient eine Labyrintdichtung (17) als Schutz gegen Wasseraustritt in das Lager (16), etwaiges Sickerwasser wird durch das Rohr (7) abgeführt. Die Abb. 2 zeigt den Zusammenbau des Spiralturbinenaggregates mit am Wellenende der herausgezogenen Dynamo sichtbaren Propellerlaufrad. Dasselbe ist, falls es nötig sein sollte, nach Abnahme des Krümmers (5) leicht zu reinigen; bei der Freistrahlturbine erfolgt die Beaufschlagung durch eine Düse in einem zur Einstellung entsprechend den verschiedenen Laufraddurchmessern verschiebbaren Support. Die Anpassung an das jeweils gewünschte Gefälle geschieht einfachst durch Auswechslung des Laufrades, so daß neben den kompletten Aggregaten nur verschiedene Laufräder auf Lager zu halten sind, da die Drehzahl für alle Gefälle und Leistungen mit 1600 i. d. Min. bei Vollast die gleiche ist. Bemerkenswert für diese Anordnung nach Patent Reindl ist die Versendbarkeit des vollständigen Aggregates in betriebsbereitem Zustande und die einfache Montage nur mittelst der Turbinenfüße. Bei schwierigen Transportverhältnissen kann auch das Turbinengehäuse und die Dynamo in der aus Abb. 2 ersichtlichen Weise geteilt werden und ist der Zusammenbau am Verwendungsort dann ebenso leicht möglich, ohne daß Paßarbeiten nötig sind oder Wellenklemmung zu befürchten wäre. Ein Beispiel für die Aufstellung eines solchen Maschinensatzes unter schwierigsten Transport-

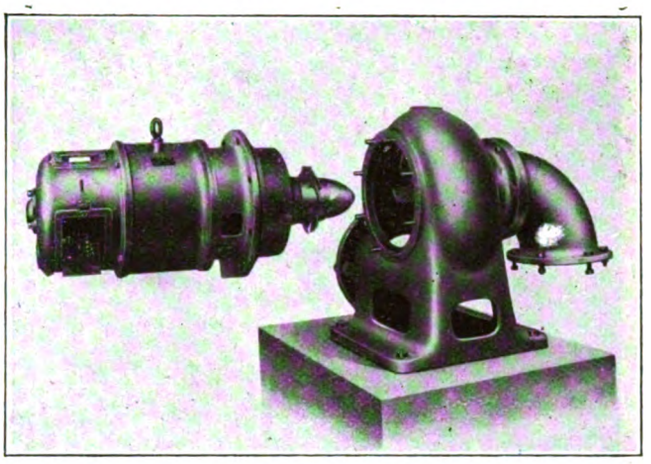


Abb. 2. Kleinwasserdynamo mit Spiralturbine.

Digitized by Google

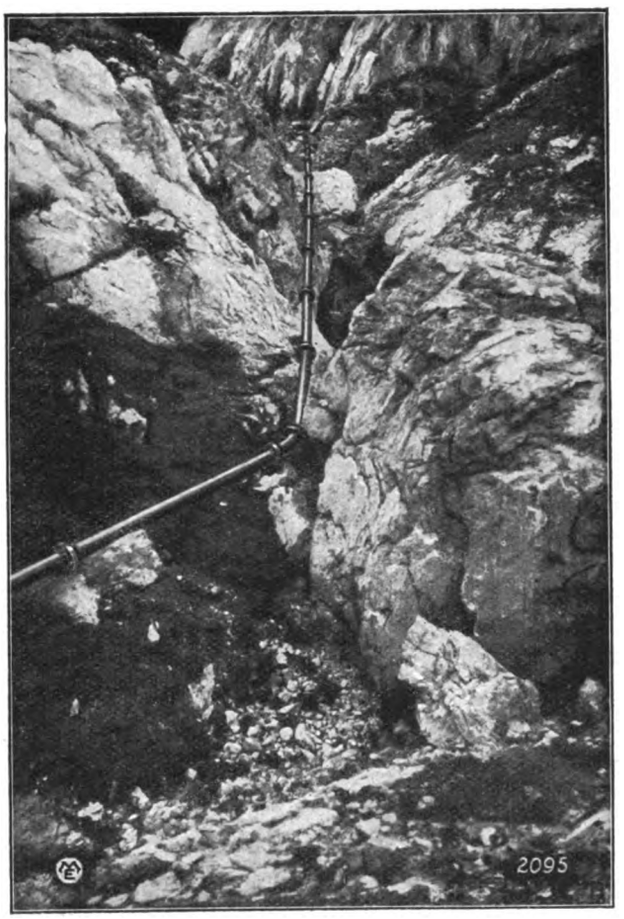


Abb. 3. Wasserfassung und Rohrleitung zum Württemberger Haus.

und Montageverhältnissen und bei völlig mangelnder sachkundiger Wartung mag die Stromerzeugungsanlage auf dem Württemberger Haus der S. Stuttgart des D. u. Oe. Alpenvereins in den Lechtaler Alpen geben. Für die in 2 200 m ü. d. M. gelegene Hütte stand ein kleiner durch einen Bach gebildeter Bergsee zur Verfügung. 22 m über der Hütte wurde der Bach durch eine kleine Sperre, Abb. 3, gefaßt und mittels einer 110 m langen Mannesmannrohrleitung von 125 mm l. W., welche zum Teil freiliegt, zum Teil an den Felsen verankert ist, einen kleinen Anbau neben der Hütte zugeleitet. Mit

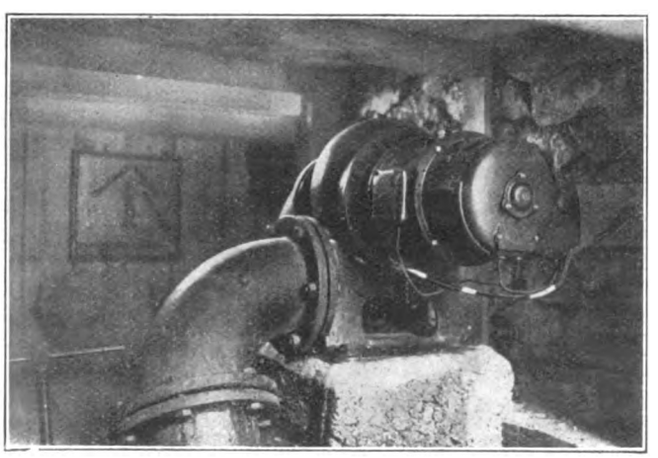


Abb. 4. Kleinanlage auf das Württemberger Haus.

16 m Gefälle dient diese Leitung neben der Wasserversorgung des Hauses zum Betrieb eines 1,5 kW-Aggregates der beschriebenen Bauart, welches außer einem Absperrschieber keinerlei irgendwie bedienbare Teile enthält, Abb. 4. Die ganze Anlage nimmt einen Raum von 2 m² ein und steht auf einem Fundament von 50×50 cm. Ganz besonders ins Gewicht fällt hier der Wegfall einer Akkumulatorenbatterie oder sonstiger zu bedienender oder zu beaufsichtigender Teile. Von der Dynamo aus wird der Strom über eine kleine Schalttafel mit Maximalausschalter und den nötigen Verteilungssicherungen der Beleuchtung des Hauses sowie der Warmwasserbereitung und Kochapparaten zugeführt, und dient auch zur Zimmerheizung in natürlich beschränktem Maße. Die nach Abb. 2 in Höchstlasten von 95 kg zerlegte Anlage mußte von der Talstation (760 m ü. d. M.) auf 1400 m Höhe durch Träger und von da durch Tragtiere befördert werden.

Stromerzeugungsaggregate dieser Art werden von der Maschinenfabrik Eßlingen auch für höhere Leistungen als 3 kW ausgeführt, von einer gewissen Größe ab verbietet sich natürlich der Zusammenbau mit Flanschdynamo und gelangt die Dynamo als selbständige Maschine in direkte Kuppelung aui gemeinsamer Grundplatte mit der Turbine zur Ausführung. (W. 718.)

Neuere Wasserkraftanlagen in Rußland. Das Kraftwerk Taschkent ist an den Bewässerungskanal Bossn 6 km von der Stadt Taschkent (Turkestan) entfernt errichtet und nützt ein Gefälle von 13,5 m aus. Vom Wasserschloß führen kurze Rohrleitungen zu vier horizontalen Stirnkessel-Zwillingsturbinen von je 1500 PS Leistung bei 375 Umdrehungen/Min. Bemerkenswert ist, daß die Turbinenkessel außerhalb des Maschinenhauses stehen, wodurch dessen Grundfläche wesentlich verkleinert wird. Das Wasser wird durch einen Erddamm aus Löss mit Pflasterung von 10,3 m Höhe gestaut. Zur Entlastung sind ein Leerschluß mit Kaskaden sowie Saugüberfälle eingebaut. Entwurf und Bauleitung führte die Wasserkraftabteilung des staatlichen Elektro-Trust aus, die Turbinen sind von der vormaligen Fritz Neumeyer A.G. geliefert. Das Kraftwerk wird in einigen Wochen in Betrieb kommen.

Bei der Stadt Eriwan im Kaukasus wurde ein Kraftwerk unter 54 m Gefälle mit vier Spiralturbinen von je 1500 PS bei 600 Umdrehungen/Min. erbaut, dem das Wasser durch einen 5,5 km langen Kanal zugeführt wird. (W. 694.)

Ueber die Automatisierung von hydroelektrischen Zentralen berichtet Ingenieur Puppikofer grundlegende Erwägungen, die an sich ja bekannt sind, übersichtlich zusammengefaßt in Heft 10 der „Schweizerischen Wasserwirtschaft 1925.[1]) Der Verfasser sieht für die möglichst weitgehende Ausnutzung der vorhandenen Wasserkräfte zwei Wege: Die Anlage großer Staubecken zum Ausgleich der Jahreszeitenschwankungen, ein allerdings teuerer Weg und die Heranziehung der vielen günstig gelegenen kleineren Wasserkräfte als Zusatzwerke, was von selbst deren billigsten Betrieb und damit die Ausschaltung von Bedienungskosten durch Automatisierung fordert.

Für die Ausrüstung automatischer Werke werden die beiden Möglichkeiten der Verwendung von Asynchron-

[1]) Vergl. ausführliche Beschreibung der verschiedenen Möglichkeiten und Ausführungen des hydraulischen und elektrischen Teils von selbsttätigen Wasserkraftwerken im „Wasserkraft-Jahrbuch 1924", Seite 497 „Vorteile und Einrichtungen selbsttätig arbeitender Wasserkraftwerke" von Ing. C. Reindl.

Digitized by Google

generatoren und Synchrongeneratoren vom betriebstechnischen Standpunkt aus näher betrachtet. Der Asynchrongenerator hat den Nachteil den Leistungsfaktor des Netzes unter Umständen wesentlich zu verschlechtern, wenn der Anteil seiner Leistung an der Gesamtleistung des Netzes groß ist; in Netzen hoher Spannung mit großer kapazitiver Belastung wird dieser Nachteil allerdings zum Vorteil und verbessert die Phasenverschiebung.[2]) Beim Synchrongenerator dagegen muß der Vorteil, den Leistungsfaktor nicht zu verschlechtern, durch wesentlich kompliziertere Kraftwerkseinrichtungen, insbesondere hinsichtlich der Schaltung erkauft werden. — Große Synchronaggregate sollten zweckmäßig durch die Turbine angelassen werden mit nachherigem selbsttätigem Parallelschalten; mittlere und kleine Einheiten werden am besten durch den mit verringerter Spannung anlaufenden Generator auf Touren gebracht und nach Einfallen des Generators in Synchronismus an die volle Spannung geschaltet unter Oeffnung der Turbine; Asynchrongeneratoren werden von der Turbine aus angelassen und über Stufenschalter beim Durchgang durch die Synchrondrehzahl an das Netz gelegt. Der Schutz gegen innere und äußere Störungen ist auf die übliche Weise vorzunehmen und so auszugestalten, daß nach Aufhören der Störung ein selbsttätiges Wiederanfahren erfolgt.

Beizupflichten ist der Bemerkung des Verfassers, daß das amerikanische Wählersystem, wobei durch Geber und Empfänger nach Art der automatischen Telephonie willkürliche Betriebsdispositionen aus der Ferne getroffen werden können, nicht zu empfehlen sei deshalb, weil dadurch unter Umständen gefährliche Fehlschaltungen ausgeführt werden können, welche bei einer vollständigen und alleinigen Abhängigkeit der Anlage von selbsttätigen in der richtigen Reihenfolge arbeitenden Relais unmöglich sind. (W. 634.) Rdl.

Wasser- und Kraftversorgung von San Francisco.

Die erstmalig 1902 projektierte Wasserversorgung von San Francisco war als reine Trinkwasseranlage geplant, bei der lediglich so viel Kraft erzeugt werden sollte, um den Eigenbedarf zu decken. Dieser Plan erfuhr in den Jahren vor dem Krieg einschneidende Aenderungen und heute hat sich das ganze Projekt so gewandelt, daß man mit besserem Recht von einer Kraftversorgung von San Francisco sprechen kann, die nebenbei auch die Stadt mit Trinkwasser versorgen wird. Der Ausbau der Kraftzentralen ist ziemlich weit fortgeschritten, während mit der Lieferung von Trinkwasser erst in 5 Jahren gerechnet werden kann.

Das bedeutendste Kraftwerk der Gesamtanlage ist die Moccasin-Anlage. Ihr wird das Wasser durch Druckleitungen von je 1640 m Länge zugeführt, von denen bereits zwei im Betriebe sind, während die Anschlüsse für die dritte vorgesehen sind. Der Durchmesser der Druckleitung wird von oben nach unten systematisch von 3650 mm auf 2500 mm verringert, an diesem Punkt findet eine Gabelung jeder Leitung in zwei Arme von je 1680 mm statt. Dieser untere Teil der Rohrbahn besteht aus längs geschweißten Schüssen, die im Durchmesser von 1680 mm auf 1380 mm abnehmen und in der Dicke von 11 auf 33 mm zunehmen. Kurz vor dem Krafthaus gabelt sich jeder der 4 bereits vorhandenen, 1360 mm weiten Arme in je zwei von 920 mm Durchmesser, in welche im Krafthauskeller extrastarke 920 mm Schieber mit hydraulischer Steuerung eingeschaltet sind. Die Turbinen sind geliefert von der Pelton Water-Wheel Company und leisten bei einem Gefälle von 383 m und 257 Umdrehungen (28 Polpaare bei 60 Perioden) je 25 000 PS. Zwei Turbinen arbeiten auf einen Generator, welcher zwischen ihnen liegt. Diese Bauart hat bei Anordnung fliegender Laufräder den Vorteil, daß man nur 2 Lager benötigt. Die Düsen sind nach der Bauart Pelton „Hilfsentlastungs-Nadelregelung" ausgeführt. Sie sind ferner mit Bremsdrüsen versehen, welche so angeordnet sind, daß der aus ihnen austretende Strahl auf die Rückseiten der Schaufeln auftrifft und so die umlaufenden Teile in kürzester Zeit zum Stehen bringt. Die Regelung kann automatisch und von Hand erfolgen. Die Tourensteigerung beträgt beim Abschalten der Vollast 14½ % entsprechend einer Reglerschlußzeit von zwei Sekunden. Stellt man dieselbe auf 3 Sekunden ein, so wächst die Tourensteigerung auf 21,5 %. Den Maschinen wird die Last in Teilbeträgen von 2000 PS pro Sekunde aufgegeben, ohne daß die Drehzahl merklich abfällt oder ungewöhnliche Druckänderungen in der Leitung auftreten. (W. 617) Sl.

(Power 1925, Heft 7 vom 18. August 1925)

[2]) Der Verfasser geht hierbei allerdings nicht auf den kompensierten Asynchrongenerator in seinen verschiedenen Bauarten ein.

Wasserkraftmaschinen.

Direkt regulierende Kleinturbinen mit Strahlablenker von Pitmann, London, zeigen eine interessante Ausführung des in allen Stellungen ziemlich ausbalancierten Strahlablenkers nach Abb. 1. Der Ablenker besteht aus einer rohrförmigen Achse mit zugeschärften Aussparungen, welche den Strahl bei Vollbelastung frei durchtreten läßt. Das direkt wirkende

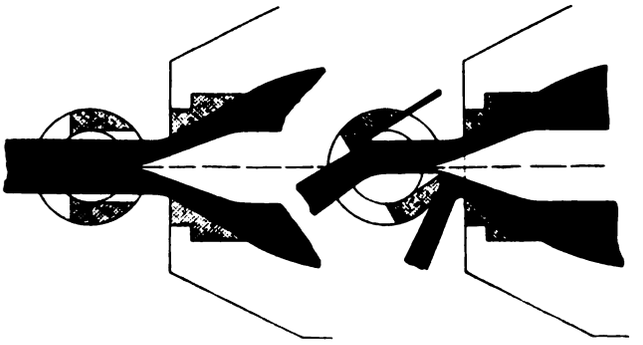


Abb. 1. Strahlablenker nach Pitmann.

Pendel auf der Turbinenwelle (ähnlich wie bei der in dieser Zeitschr. 1923, S. 277 beschriebenen englischen „Turgo-Turbine") verdreht diese Hohlwelle so, daß beiderseits Teile des Strahles abgespalten und der Kern des Strahles ebenfalls abgelenkt wird; durch diese beiderseitige Ablenkung ergibt sich ein guter Ausgleich des auf den Ablenker ausgeübten Drehmomentes, das den Ablenker sonst aus dem Strahl wegzudrücken sucht und das sich hier nur als Lagerdruck äußert. Dieser „ausgeglichene Ablenker" kann natürlich auch in Verbindung mit der Nadelverstellung gebracht werden. Abb. 2 zeigt eine kleine Peltonturbine dieser Bauart. — Wenn bei uns auch für den Antrieb von Gleich-

Digitized by Google

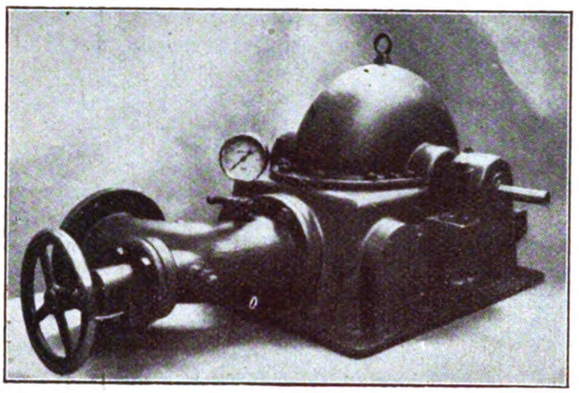


Abb. 2. Direkt regulierte Peltonturbine.

stromdynamos durch die Ausbildung von freilaufenden Turbinen ohne jede Drehzahlregelung[1]) solche selbstregelnde Turbinen erübrigt sind (denn auch die erwähnte Konstruktion spart nicht Wasser), verdienen sie in etwas größeren Leistungen zum Antrieb von Drehstromgeneratoren Beachtung, die ihnen auch im Ausland geschenkt wird[2]). (W. 707).

Neue und alte Turbinentypen erfuhren einen anschaulichen und „lebendigen" Vergleich auf einer gelegentlich der Tagung der G. E. P. in Genf im Juli 1925 vorgeführten Revue[1]), so daß der Bericht über die Festlichkeit bemerkt, dieser Vergleich wäre lehrreicher und angenehmer für das Auge als die Vorführungen von Turbinen im Maschinenlaboratorium. Er betraf die Turbinen von Chèvres, die den Fortschritt in der gleichen Anlage kennzeichnend gegenüberstellen:

alte Konusturbine (1896)		neue Propellerturbine
H =	8,5	7,5 m
Q =	14	26,5 m³/Sek.
N =	1200	2200 PS
n =	80	130 /Min.
n_s =	190	490 /Min.

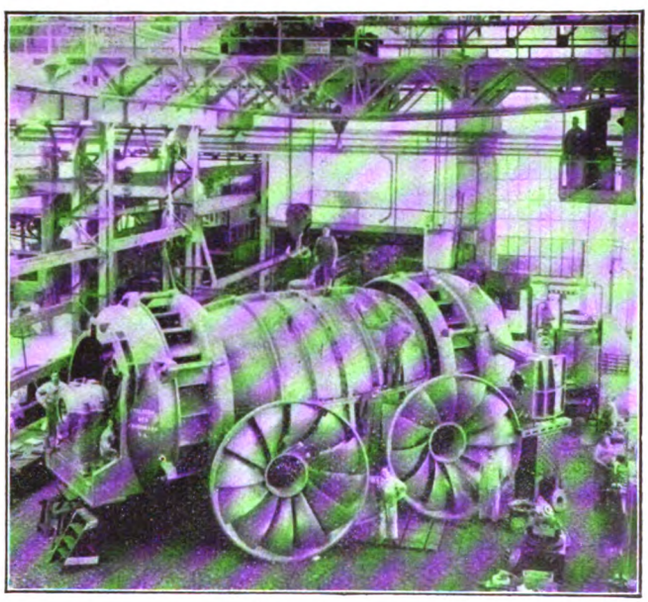


Abb. 2. Alte und neue Turbinen.

1) Diese Zeitschr. 1925, S. 95.
2) Die direkt regulierte Spiralturbine von Crozet-Fourneyron (diese Z. 1924, S. 264) wurde auch in Grénoble beachtet. — Nach „Water and Water Engineering" 1926, Febr. 20.

Abb. 2. Turbine der Faalwerke.

Nach Größe, Type und Drehzahl wurde den Festteilnehmern dieser Unterschied verkörpert, wie Abb. 1 zeigt; auch die Technik hat Sinn für Humor und für das Schöne.

Daneben mag zum Vergleich die neue Turbine der At. des Charmilles für die Faalwerke in Fala, Jugoslawien, dienen (Abb. 2), welche unter 13,3 m Gefälle 10 000 PS bei 150 Umdr./Min. (n_s = 420) leistet. Die Laufräder von 3200 mm größten Durchm. haben Stahlgußkranz und -Nabe mit eingegossenen Blechschaufeln, die Gesamtlänge der Turbine von Aussenkante des luftseitigen Lagers bis Ende Bedienungskammer am Kopfende beträgt 11,3 m, die Höhe vom Saugrohr-Fundamentring bis Oberkante Leitrad 5,15 m. Ueber den Vollausbau des Faalwerkes hat die „Elektrotechnik und Maschinenbau" in Heft 38/1925 berichtet. Während die früheren Turbinen für eine Schluckfähigkeit von je 46 m³/Sek. bemessen waren, läßt die neue Turbine 65 m³/Sek. durch. (W. 702).

Energiewirtschaft.

Subventionen für Wasserkraftausbau in Italien. In Italien setzt eine königliche Verordnung vom 2. Oktober 1919 zur Förderung der Erzeugung und Verwertung der hydroelektrischen Energie Subventionen für derartige Anlagen, die nach dem 1. Januar 1919 begonnen werden, fest, und zwar: jährlich 40 Lire für jede aus der Konzessionsurkunde hervorgehende Nennpferdestärke der mittleren Jahresleistung während 15 Jahren ab Inbetriebsetzung. Außerdem sieht das Gesetz eine Befreiung von der Gebäudesteuer und deren Zuschlägen vor. Auch für die Erbauung von Fernleitungen werden Subventionen gewährt, gleichfalls während 15 Jahren, und zwar je Kilogramm Leitungskupfer 0.15 Lire für Leitungen mit einem Kupfergewicht der Leitung von über 1000 kg je Kilometer, 0,20 Lire für Leitungen von 500—1000 kg Gewicht je Kilometer, 0.25 Lire für Leitungen von 500 kg

1) „Schweiz. Bauztg." 1925, Bd. 86, S. 304, und Mitteilungen der Ateliers des Chaomilles S.A., Genf.

Digitized by Google

Gewicht und darunter je Kilometer. Die Landwirtschaft wird durch einen Zuschuß von 0,03 Lire je kWh während zehn Jahren besonders begünstigt bei ausschließlicher Verwendung der elektrischen Energie zur Bearbeitung des erntetragenden Bodens.

Der Erfolg dieser Fürsorge der Regierung ist durch einige Zahlen gekennzeichnet: Von 1898 bis zum Jahre 1918 hatte Italien rund 1 600 000 PS ausgebaut, also im Durchschnitt jährlich 80 000 PS. Die seither gebauten und im Bau stehenden Werke werden bis 1928 eine Leistung ausmachen von 2 400 000 PS; das entspricht einem jährlichen Zuwachs im Durchschnitt von 240 000 PS, das entspricht einem jährlichen Zuwachs im Durchschnitt von 240 000 PS. Italien wird also im Jahre 1928 rund 4 Millionen PS an Wasserkräften ausgebaut haben. (W. 457.)

Wasserkraft, Wassernutzungsrecht und Wasserkraftanlagen in der neuen Steuergesetzgebung. Zu dieser auf Seite 408, Heft 24 vorigen Jahrganges, erwähnten Schrift von Dr. Leo Sternberg auf Veranlassung des deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes, welche dem Reichsfinanzministerium als Material gedient hat, fügt Dr. Steffan[1]) einige für Bayern besonders in Frage kommenden Gesichtspunkte bei. Es kann kein Zweifel bestehen, daß auch für die Vermögenssteuer 1925 die rohe Wasserkraft überhaupt nicht und Benutzungsrechte nur mit Einschränkung vom steuerbaren Vermögen in Frage kommen. Wassernutzungsrechte subjektivdinglicher Art sind nicht besonders zu versteuern. Für Bayern stellt der Verfasser fest, daß nach dem bayerischen Wassergesetz nur das Zwangsrecht subjektiv dinglicher Art ist, was aber nur untergeordnete Bedeutung hat und erst dann in Frage kommt, wenn jemand seine Wasserkraft trotz erheblichen Nutzens für die Landeskultur oder die Industrie ungenutzt läßt und sich weigert, einem Interessenten die Benutzung auf privatrechtlichem Wege einzuräumen; dann kann durch Erteilung eines Zwangsrechtes nachgeholfen werden. Der praktische Fall der Verleihung eines Wasserbenutzungsrechtes ist der Art. 42, 43 des bayerischen Wassergesetzes, wodurch ein Privater oder der Staat selbst zur Ausnutzung eines öffentlichen oder Staatsprivatflusses ermächtigt wird. Dieses Recht ist aber subjektiv-persönlicher Natur, demzufolge als selbständiger Vermögensgegenstand der besonderen Bewertung nach dem Reichsbewertungsgesetz unterliegend, und zwar bei einem gewerblichen Betrieb nach dem Gemeinwert, bei einem landwirtschaftlichen Betrieb nach dem Ertragswert unter Berücksichtigung dessen, ob eine widerrufliche oder unwiderrufliche Benutzung eingeräumt ist, wobei die Zeitdauer oder Widerruflichkeit der Erlaubnis wertmindernd sein kann. Der Verfasser weist darauf hin, daß das Sternbergsche Gutachten mit dieser Einschränkung auch für den bayerischen Wasserkraftbesitzer ein wertvolles Hilfsmittel ist und nicht nur für die Reichsvermögenssteuer, sondern auch für die Veranlagung nach dem Industriebelastungs- und Aufbringungsgesetz Geltung habe. (W. 705.)

Wasserversorgung

Die Städtische Wasserversorgung München berichtet über die Zeit vom 1. Januar 1919 bis 31. März 1924 unter anderem: Im Jahr 1920 wurde die Rohrbruchwache automobilisiert. Die Quellenergiebigkeit im Mangfallgebiet schwankte zwischen 232 000 und über 400 000 m³/Tag; der Wasserverbrauch betrug im Mittel 165 900 m³/Tag aus dem Hochdruckrohrnetz und 1880 m³/Tag aus den Nebenwerken, das sind pro Kopf und Tag 243—252 l. — Im Jahre 1918/19 wurde eine dritte Leitung von 900 mm l.W. als Verstärkungsleitung von 181 m Länge im Teufelsgraben errichtet, 1919/21 eine vierte Hochbehälterkammer in Deisenhofen gebaut. Am 31. März 1924 waren 617 590 m Rohrleitung mit 4207 Schiebern und 5017 Hydranten im Betrieb; von der Rohrlänge entfallen 68,80 % auf Gußeisenrohre, 2,97 % auf Schmiedeisenrohre und 28,15 % auf Mannesmannrohre. Die im Berichtszeitraum behobenen 159 Rohrbrüche an Hauptrohren lagen fast ausnahmslos in Gußeisenrohren.

Die laufenden chemischen Untersuchungen des Leitungswassers ergaben unveränderte Beschaffenheit, auf 1 l Wasser treffen Chlor Spuren

Abdampfrückstände	286 mg
Sauerstoffverbrauch zur Oxydation der organischen Substanz.	0,5 mg
Kalk	112,0 mg
Magnesia	35,0 mg

bei einer Gesamthärte von 15,8 deutschen Grad. Die Temperatur im Rohrnetz betrug 8° C im Winter und ungefähr 10° C im Sommer gegenüber 8° C bzw. 8,5° C im Deisenhofener Hochbehälter. Der Leitungsdruck schwankte zwischen 33—29,3 m W.S. in den hochgelegenen Stadteilen und 50 m in den tiefen Lagen untertags. Versorgt waren am 31. März 1924: 18 933 Anwesen und Grundstücke durch Messer, 26 Anwesen und 20 öffentliche Bedürfnisanstalten nach der Eiche.

Die Statistik seit 1910 zeigt im Jahre 1910 einen Wasserverbrauch von 201 l/Kopf und Tag, ein Maximum von 250 l/Kopf und Tag im 1. Vierteljahr 1920 und eine Abnahme auf 246 l im Jahr 1923.

Der gesamte Wasserverbrauch verteilte sich im Jahre 1923/24 folgendermaßen:

für Anwesen und Grundstücke	73,70 %
zu vorübergehenden Zwecken	0,48 %
für öffentliche Zwecke	5,69 %
Eigenverbrauch, Verluste und Ausgleich	20,13 %

Der Wasserpreis, der seit 1881 je m³ 5 Pfennig betrug, stellt sich seit 1. Dezember 1923 auf 6 Pfennig je m³, wozu eine Wassermessergebühr je nach Größe des Messers im Werte von 5 m³ Wasser (bei 7 mm Durchgang) bis 200 m³ (bei 200 mm Durchgang) je Monat tritt.

(Verwaltungsbericht der Wasserversorgung der Landeshauptstadt München, Dezember 1925). (W. 701).

Kurze Nachrichten.

Neue italienische Wasserkraftprojekte. Die Montecatini-Werke erhöhen ihr Kapital von 300 auf 500 Millionen Lire, um die Wasserkräfte der Etsch bei Marling (50 000 PS) und bei Crotone am Sila in Calabrien (400 Millionen kWh) auszubauen. Bei Marling werden Fabriken zur Gewinnung von Stickstoff und für Sprengstoffherstellung gebaut. Am Sila wird eine große Aluminiumfabrik errichtet. In Mangherite bei Venedig und in den Maremmen von Toskana baut die Gesellschaft zwei Fabriken zur Verarbeitung ihrer Pyritschlacken. — **Große Ent- und Bewässerungsarbeiten in Bulgarien.** Auf Grund eines Gesetzes hat die bulgarische Regierung großzügige Arbeiten zur Entsumpfung vieler tausend Hektar Bodens sowie zur Berieselung trockener

[1]) Die freie Donau 1926, Heft 4, Seite 81.

Digitized by Google

Gegenden und zur Ausnützung von Wasserkräften in Angriff genommen. Die Kosten der Entsumpfung, die längs der Donau, bei Sofia, Rustschuk, Lom und Provadia tausende Hektar fruchtbaren Ackerbodens liefern wird, betragen 50 Millionen Leva. Gebiete, die bisher an Trockenheit litten, werden der Berieselung zugeführt, so bei Breznik, die Landschaften längs der Maritza, der Vetren und Straja. Dadurch werden ebenfalls über 6000 ha Boden fruchtbar gemacht. Ueberdies hat die Regierung 19 Wassergesellschaften für Kanalisierung von Flußläufen zur Verhinderung von Ueberschwemmungen und für Gewinnung elektrischer Kraft gegründet, ihnen Vorschüsse von insgesamt 25 Millionen Leva gewährt und Anleihen von 85 Millionen Leva garantiert. — **Elektrizitätsversorgung Finnlands.** In dem kürzlich erfolgten internationalen Wettbewerb über die Elektrizitätsversorgung Finnlands wurden der Brown, Boveri & Cie., A.G., Mannheim, die elektrischen Hochspannungseinrichtungen sowohl für das Kraftwerk Imatra als auch für sämtliche zunächst gebauten sechs Umspannwerke der finnischen Elektrizitäts-Landesversorgung im Werte von zirka 3 Millionen Goldmark zur Lieferung in Auftrag gegeben. Die 100 000 Volt-Anlagen werden als Freiluftanlagen, die Mittelspannungsanlagen (35 000, 20 000 und 10 000 Volt) dagegen in der bekannten Hallenbauweise ausgeführt. — **Gründung der Lahn-Kraftwerke-A.G.** Mit einem Aktienkapital von zunächst 2,5 Millionen Reichsmark ist die Lahn-Kraftwerke-A.G. zum Zwecke des Ausbaues von Wasserkraftwerken an der Lahn errichtet worden. Zu den Gründern gehören das Reichsverkehrsministerium, das Preußische Handelsministerium, der Bezirksverband Wiesbaden, die zum Gebiet der Main-Kraftwerke gehörigen Kreise und Städte, und die Elektrizitäts-A.G. vormals W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M., denen auch die gesamte Bauausführung übertragen ist. Die Betriebsführung nach Fertigstellung des Werkes wird durch die Main-Kraftwerke zu Höchst a Main erfolgen. Die Beteiligung Preußens beträgt 26%. Die Finanzierung soll durch eine Auslandsanleihe sichergestellt sein. Außerdem ist beantragt, die Errichtung der Werke als Notstandsarbeiten anzuerkennen und mit Rücksicht hierauf ein Reichsdarlehen zu geben. (W. 708.)

Persönliche Nachrichten.

Kommerzienrat Josef Rank wurde anläßlich der Tagung des Deutschen Betonvereins von der Bauingeneurabteilung der Technischen Hochschule München zum Dr.-Ing. e. h. ernannt in Würdigung der großen Verdienste welche sich derselbe als Mitinhaber der Bauunternehmung Gebr. Rank in München auf dem Gebiete des Industriebaues und wissenschaftlichen Förderung des Gußbetonverfahrens erworben hat.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft. Zum Ausbau weiterer Wasserkräfte. Statistisches und Wirtschaftliches. Von Ing. C. Reindl. — Elektrotechnik und Maschinenbau, 1925, S. 71 bis 84, mit 5 Abb. — (Vergleich der verschiedenen Länder hinsichtlich Erzeugung und Verbrauch von Wasserkraftenergie für die Allgemeinversorgung, deren Benutzungsdauern und Ausnutzungsfaktoren; die Speicherwirtschaft verschiedener Länder. Daraus die Forderungen: 1. Erhöhung der Benutzungsdauern, 2. Verbesserung der Speicherwirtschaft; 3. Ueberschuß-Ausnutzung für Elektrochemie. Die noch verfügbare Leistung und Jahresarbeit in Bayern und Oesterreich soll für Bahnen und Elektrochemie ausgenützt werden, der Zukunftsbedarf der Allgemeinversorgung wird überschätzt. Uebersicht über die elektrochemischen Verfahren und deren Bedarf. Wettbewerb zwischen Dampf und Wasserkraft, Verschiebung der Bau- und Erzeugungskosten gegen früher; die Grenz-Benutzungsdauer als Maß der Wirtschaftlichkeit zwischen Wasser- und Wärmekraft, zwischen jetzt und früher; deren Ermittelung nach Verhältniszahlen). —

— Einfaches Verfahren zur Bestimmung der Speicherarbeit. Von Dr.-Ing. v. Gruenewaldt. „Der Bauing." 1926, Nr. 1, S. 11—15, mit 6 Abb. — (Angaben zu einer einfachen Lösung der mit der Speicherung in einem Becken zusammenhängenden wasser- und energiewirtschaftlichen Probleme unter Berücksichtigung des veränderlichen Gefälles durch Benutzung der Arbeitslinie — Arbeit als Funktion des Beckeninhalts. Behandlung von 3 verschiedenen Aufgaben graphisch und teils analytisch). —

— Das neue rumänische Energie-Gesetz. Von R. Salinger. — Elektrotechnik und Maschinenbau, 1926, H. 7, S. 138—143. — (Die hauptsächlichen Bestimmungen des neuen Gesetzes, welches die Energie-Erzeugung und -Verteilung aus allen Energiequellen regelt). —

— Eine Kritik des rumänischen Energiegesetzes. Von Dr. Schreiber. — Wie Voriges, S. 143 bis 144. — (Vergleich mit dem österr. Elektrizitätsgesetz). —

— Die Auswertung der Braunkohle, insbes. durch das Schwelverfahren der Kohlenveredelungs-G. m. b. H. Von Direktor Loebinger. — Braunkohle, 1926, Nr. 46, S. 993 bis 1002 und Nr. 47, S. 1019 bis 1023, mit 21 Abb. — (Hier interessieren besonders die genauen und umfassenden Angaben und Vergleiche über die Gewinnungs- und Wärmekosten von Stein- und Braunkohle, abhängig vom Transportweg als Grundlage des Vergleiches mit Wasserkraft, sowie die Ausführungen über die Veredelung der Braunkohle durch Verschwelung und Zwischenprodukt-Gewinnung). —

— Aktuelle Fragen der Elektrizitätswirtschaft. (Diskussion zum Aufsatz „Videant consules" in E.T.Z. 1925, H. 50, S. 1874, von Dr. Heck, worin auf die Gefahr der Verstaatlichung der Elektrizitätsversorgung im Hinblick auf die Tendenz Preußens hingewiesen wird). E.T.Z. 1926, H. 9, S. 257—263. — (Reindl weist darauf hin, daß die Elektrizitätswirtschaft nur ein Teil der allgemeinen Energiewirtschaft sei und die staatl. Ausübung der ersteren zugleich eine Sozialisierung der Energievorräte bedeutet, die verhindert werden muß; einheitliche Regelung der Energiewirtschaft sei nötig, aber ohne Alleinbestimmung durch den Staat. — Dir. Backhaus: Das Mitbestimmungsrecht der bisherigen Stromerzeuger und -Verbraucher kann zur Wahrung der wirtschaftlichen Interessen nicht entbehrt werden. Staatliche Stromversorgungen müßten — wie begründet wird — billiger liefern können als die privaten Werke. — Schaefer: Die Aufgabe der Elektrizitätswirtschaft: die Verbraucher zu den jeweils günstigsten Preisen zu beliefern, wird von den Werken in öffentlicher Hand nicht erfüllt; eine Verstaatlichung kann nur verteuernd wirken. — Schlußwort von Heck: Erfordernis ist einheitliches, gemeinsames Arbeiten aller Beteiligten, die einseitige Begünstigung der Werke in öffentlicher Hand ist nicht förderlich). —

Digitized by Google

Buchbesprechungen

Schweizerische Technische Zeitschrift. Die „Schweizerische Technikerzeitung", das über alle Gebiete der Technik berichtende Organ des Schweizerischen Technikerverbandes, tritt mit dem Beginn ihres 23. Jahrganges in erweiterter Form als „Schweizerische Technische Zeitschrift" nach Vereinigung mit der „Technik und Betrieb" in die Oeffentlichkeit. Die Zeitschrift befaßt sich wie bisher mit Maschinenbau und Elektrotechnik, Hoch- und Tiefbau und Technologie und bringt weiterhin auch Betriebstechnik, Psychotechnik und die Veröffentlichungen des Schweizerischen Normalienbüros. Das vorliegende Heft 1 zeigt, daß die bisher gediegene und objektive Redigierung der viel Interessantes bringenden Zeitschrift auch weiterhin beibehalten ist. Es berichtet über das neue Verwaltungsgebäude des Elektrizitäts- und Wasserwerkes von Aarau, über Fortschritte in der Elektrostahlerzeugung und bringt eine Reihe kleinerer Notizen über Betrieb und Organisation, über Normalfragen (u. a. die Entwicklung der Papierformatnormung) und eine gut durchgearbeitete Literaturschau. Mitteilungen aus der Industrie — beschreiben bemerkenswerte Neuerungen, hier eine neue Magnetsicherung (kleiner Automat). (W. 676.)

Eingegangene Bücher.

Wolken und Niederschläge. Bd. 68 von „Wissenschaft und Bildung". Von Dr. C. Kaßner, Professor a. d. Techn. Hochschule Berlin. — 163 Seiten mit 46 Abb. u. 7 Karten. 2. verbesserte Aufl. Leipzig 1926, Verlag von Quelle und Meyer. — Preis geb. RM. 1.80.

„Die Wasserlaboratorien Europas". Entwicklung / Aufgaben Ziele. Unter Mitarbeit von M. Carstanjen, Biebrich a. Rh. / H. Engels, Dresden / W. Fellenius, Stockholm / Ph. Forchheimer, Wien / J. R. Freemann, Providence USA. / M. Grantz, Berlin / H. Krey, Berlin / W. Krüger, Wilhelmshaven / M. Möller, Braunschweig / Th. Rehbock, Karlsruhe — Fr. Schaffernak, Wien / A. Schoklitsch, Graz / F. W. O. Schulze, Danzig-Langfuhr / A. Smrcek, Brünn / G. de Thierry, Berlin / D. Thoma, München / V. E. Timonoff, Leningrad / R. Winkel, Berlin. Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure herausgegeben von G. de Thierry und C. Matschoß. Din A 4, 430 Seiten mit 512 Abbildungen, 6 bunten und 3 schwarzen Tafeln. 1926. Preis in Ganzleinen gebunden RM. 50.— (VDI.-Verlag, G. m. b. H., Berlin).

Grundriß technisch-wirtschaftlicher Probleme der Gegenwart. Stoff, Energie und Arbeit, ihr Wesen und ihre Zusammenhänge in der Wirtschaft. Von Dipl.-Ing. Carl T. Kromer. 48 S. mit 15 Abb. — Berlin 1926, Verlag Jul. Springer. Preis geh. M. 2.40.

Handbuch der deutschen Baubehörden. Verlag H. Apitz, Berlin W 57. Preis M. 10.—. Das Handbuch von mehr als 400 Seiten Umfang, nach amtlichem Material, ist ein Führer durch die zahlreichen Baubehörden, deren Aufgaben und den Geschäftsbereich, den Vorstand der Dienststelle und die Beamten. Die den verschiedensten Zentralstellen angehörenden Bauämter des Reiches, der Länder, Provinzen, Kreise und Städte sind ihrer Zugehörigkeit nach geordnet.

Vereine — Versammlungen.

Elektrotechnischer Verein München.

Am 17. März sprach Herr Reichsbahnoberrat Naderer über „Die Arbeit zur Einführung des elektrischen Betriebes auf dem bayerischen Netz der deutschen Reichsbahn".

Die Bestrebungen zur Elektrisierung des bayerischen Netzes gehen schon auf die Vorkriegszeit zurück, wo bereits im Jahre 1908 das damalige bayerische Verkehrsministerium eingehende und in vielen Teilen auch heute noch gültige Vorarbeiten geleistet hatte; die Durchführung des Planes scheiterte damals noch an dem Widerstand, welchen die Ausnutzung des Walchensees fand. Als durch die Not der Kriegszeit der Ausbau unserer Wasserkräfte erzwungen wurde, war endlich der Reichsbahn Gelegenheit gegeben, sich an diesen hervorragenden günstigen Kraftquellen zu beteiligen. Die Zusammenfassung von Landesversorgung und Bahnstromversorgung aus den gleichen Werken bringt neben verbesserter Ausnutzung der Anlagen auch eine wesentliche Verbilligung der auf beide Unternehmungen entfallenden Ausbaukosten, welche anteilig von denselben zu tragen sind, mit sich. Wenn auch der Walchensee vom Schwerpunkt der Bahnstromversorgung abgerückt ist, ist er wegen seiner Speichereigenschaften außerordentlich wertvoll. Die Beförderung eines 500 t schweren Zuges von Regensburg bis Kufstein ausschließlich aus dem Speicherinhalt senkt den Walchensee nur um 0,5 mm ab und das auf die Bahn anteilig entfallende Drittel des Speicherinhaltes reicht allein hin, um den ganzen Zugförderungsdienst Regensburg—München—Kufstein ein Jahr lang aufrecht zu erhalten.

Der Vortragende schildert dann die Umstellungsarbeiten und Einrichtungsarbeiten am Schienenweg und den Schwachstromanlagen, die Leitungsführung, welche bereits einem großzügigen Ausbau bis Hof, Ulm und Nürnberg Rechnung trägt und auf unbedingte Betriebssicherheit der Stromversorgung stets von zwei Seiten her Rücksicht nimmt, die Betriebsanlagen des Hauptstützpunktes München und als nicht geringen Teil der Umstellungsarbeit die Einlernung des Fahr-, Betriebs- und Unterhaltungspersonals, welche dadurch erleichtert wurde, da aus den vor dem Krieg schon elektrisierten Strecken erprobtes Führerpersonal vorhanden war. Nach Möglichkeit wurde darauf gesehen, daß jeder das Entstehen der von ihm besorgten Einrichtungen schon vom Grund aus miterlebte, so das Fahrpersonal durch die Verwendung bei der Lokomotivmontage, das Personal der Unterwerke durch seine Verwendung beim Bau derselben usw. Ende 1925 waren 287 km Streckenlänge auf elektrischen Betrieb umgestellt, im Bau stehen 184 km auf den Strecken München—Rosenheim—Kufstein. Landshut—Regensburg, die Güterbahnen München-Ostbahnh.—Feldmoching und München-Laim—Südbahnhof.

Wenn auch gegenwärtig von manchen Seiten behauptet wird, daß der Ausbau der Wasserkräfte für die Bahnelektrisierung zu hohe Kapitalien erfordere, so muß dem wenigstens für unsere billigen bayerischen Wasserkräfte widersprochen und die Abstützung des elektrischen Bahnbetriebes auf der Wasserkraft als finanzwirtschaftlich gerechtfertigt und volkswirtschaftlich notwendig bezeichnet werden. Die Notwendigkeit liegt darin, die natürlich nicht schrittweise mit dem Streckenausbau auszubauenden Stromlieferungs- und

Digitized by Google

Uebertragungseinrichtungen, welche von vornherein für das volle Programm auszubauen waren und heute naturgemäß erst zu einem Bruchteil ausgenützt sind, möglichst bald durch den Weiterbau der Elektrisierung voll auszunutzen. Die heute schon aus dem ersten Teilbetriebsjahr unzweifelhaft erwiesene Rentabilität[1]) des elektrischen Bahnbetriebes kann sich dann erst voll auswirken. (W. 722.)

Im Elektrotechnischen Verein München findet am 14. April, abends 8 Uhr, in der Technischen Hochschule, Hörsaal 848 (Eingang Theresienstr.) ein Vortrag des Herrn Direktor Dipl.-Ing. Biswanger statt über:

„Hydraulische Akkumullerungsanlagen zur Spitzendeckung und ihre Rentabilitätsberechnung, Darstellung eines Sonderfalles für Dampfkraftwerke".

Die Ausführungen werden durch Lichtbilder unterstützt.

Wasserstraßenausbau und Schiffahrtsabgaben. Am Dienstag, den 23. Februar 1926 tagte in Berlin der Verband zur Wahrung der Märkischen Schiffahrtsinteressen e. V., die wirtschaftliche Berufsvertretung der märkischen Schiffahrt. Neben der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen, Potsdam, von der Wasserbaudirektor Frentzen und Regierungs- und Baurat von Both teilnahmen, waren vertreten das Polizeipräsidium, Oberbaurat Hobrecht und das Wasserbauamt zu Berlin, die Industrie- und Handelskammern Berlin, Hamburg und Dresden, sowie die Arbeitsgemeinschaft der Elbeschiffahrt e. V. Magdeburg und der Schiffahrtsverein zu Breslau. Wasserbaudirektor Frentzen entwickelte in einem mehrstündigen Vortrag die Pläne der Wasserstraßenverwaltung hinsichtlich des Ausbaues der märkischen Schiffahrtsstraßen, wobei vor allem der Ausbau der unteren Havel, die Errichtung des Schiffshebewerkes in Niederfinow, sowie das bereits vor vier Jahrzehnten aufgestellte Kanalprojekt Seddinsee-Dämeritzsee, das als Schulbeispiel für die Möglichkeit einer fruchtbringenden Verbindung von Notstandsmaßnahmen mit allgemein produktiven Beschäftigungsmöglichkeiten gelten kann und der Ausbau der oberen Havelwasserstraße besondere Würdigung fanden. Die hochinteressanten Ausführungen Frentzens wurden mit großem Beifall entgegengenommen.

Besonders beachtenswert ist die scharfe Kritik, die von der Schiffahrt an den völlig ungenügenden Verkehrs-Voraussetzungen der Berliner Wasserstraßen geübt wurde. Großen Beifall fanden hier die Darlegungen des Regierungs- und Baurats Dr.-Ing. Herbst vom Berliner Polizeipräsidium, der in überzeugender Weise die Notwendigkeit und Möglichkeit der Anpassung des Brückenwesens an den Schiffahrtsverkehr erläuterte.

Das geschäftsführende Vorstandsmitglied des Verbandes, Syndikus Erich Schreiber, Berlin, ging sodann in tiefschürfender Weise der Frage der Schiffahrtsabgaben auf den natürlichen und künstlichen Wasserstraßen, insbesondere der märkischen Schiffahrtsabgaben-Frage, zu Leibe und begründete in eingehender Weise die berechtigten Forderungen der Interessenten auf durchgreifende Ermäßigung der Abgaben und umgehende Beseitigung der den Verkehr äußerst belastenden Sondergebühren. Es darf als Erfolg des Schreiberschen Referates gebucht werden, daß die Vertreter der Regierung neben der Ankündigung mancher Milderungen sich grundsätzlich bereit erklärten, im Benehmen mit dem Verbande einer eingehenden Prüfung des gesamten Fragenkomplexes näher zu treten. (W. 713.)

[1]) Vgl. diese Z. 1926, H. 6, S. 61.

Hafenbautechnische Gesellschaft Hamburg. Die diesjährige 8. ordentliche Hauptversammlung findet anschließend an den Himmelfahrtstag (13. Mai) am 14. und 15. Mai in Bremen statt.

Vorläufige Tagesordnung: Donnerstag, den 13. Mai, nachm., Führung durch die Stadt, Begrüßungsabend im „Schütting". Freitag, den 14. Mai: geschäftliche Sitzung und Hauptversammlung im Gewerbehaus. Vorträge: „Die Vergesellschaftung der Häfen", a) Seehäfen, Berichterstatter Syndikus der Handels- und Industriekammer Dr. Lübbers, Emden; b) Binnenhäfen, Berichterstatter Beigeordneter Dr. Bartsch, Mannheim. „Baugeschichtliche Entwicklung der bremischen Hafenanlagen" von Oberbaurat Hedde, Bremen; „Die Verwendung von Déri-Motoren im Kranbetrieb" von Dipl.-Ing. Gettert, Duisburg. Abends Empfang durch den Senat im Rathaus. Sonnabend, den 15. Mai: Besichtigungen der Häfen und Industrieanlagen in Bremen, Bremerhaven und Wesermünde. Sonntag, den 16. Mai: Fahrt von Bremerhaven nach Helgoland und zurück.

Auskunft durch den Ortsausschuß für die Vorbereitung der Bremer Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft zu Händen des Herrn Oberbaurat Lübbers, Bremen, Verwaltungsgebäude am Hafen I und die Geschäftsstelle der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Hamburg 14, Dalmannstr. 1.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruchs: 18. 4. 26.

59b, 4. R. 64 176. Matthias Rehse, Rotenhahn-Voorde i. Holstein. Unter den Wasserspiegel versenkbare Tiefbrunnenpumpe. 27. 4. 25.

Letzter Tag des Einspruchs: 25. 4. 26.

84c, 4. S. 62 995. Siemens-Bauunion G. m. b. H., Kommanditgesellschaft, Berlin. Verfahren zum Rammen oder Herausziehen von Pfählen in Gewässern. 30. 5. 23.

Letzter Tag des Einspruchs: 11. 5. 26.

60, 15. P. 50 279. Dr.-Ing. Reinhold Proell, Dresden, Rabenerstraße 13. Rückführung für mittelbar wirkende Regelungsvorrichtungen. 17. 4. 25.

84a, 4. H. 100 949. Sigurd Höyer, Vinderen, Vestre Aker und Karl Bealsrud, Nore Kraftanlage, pr Numedal; Dammanlage für Talsperren o. dgl. 11. 3. 25. Norwegen 12. 3. 24.

84a, 4. S. 68 009. Firma Siemens-Bauunion G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Gießturm für die Herstellung von Betonbauwerken. 8. 12. 24.

84c, 1. B. 114 660. Bau- und Beton-Ges. m. b. H., München. Zwischenbock für Betonkanal- und ähnliche Schächte. 27. 6. 24.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unseres Blattes liegt ein Prospekt der Firma JOSEPH VÖGELE A.-G. MANNHEIM bei, auf welchen wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 8 **München, 15. April 1926** **21. Jahrgang**

Die meteorologischen Ursachen der Tauflut von Ende Dezember 1925 auf Januar 1926 im bayer. Maingebiet und in der Rheinpfalz.

Von Dr. J. Haeuser, Oberregierungsrat der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde.

Die Hochwassererscheinungen von Ende Dezember 1925 auf Januar 1926 haben ihre Ursache in kräftiger Schneeschmelze und in gleichzeitigen, langandauernden, 7—8tägigen Regenfällen, welche in den nordbayerischen Gebirgen als Geländeregen zum Teil ansehnliche Ergiebigkeit erreichten. Die eigentlichen Hochwasserregen und die durch sie und die starke Erwärmung veranlaßte rasche Schneeschmelze setzten im Laufe des 26. Dezember ein und hielten im allgemeinen mit verschiedenen Unterbrechungen und vielfachem örtlichen und zeitlichen Wechsel ihrer Ergiebigkeit bis 1. Januar an.

Der Hochwasserperiode war, beginnend mit 20. Dezember, eine Periode unbeständiger, rasch wechselnder, meist milder und zeitweise regnerischer Witterung vorausgegangen. Eingeleitet wurde diese durch ein von den Britischen Inseln gegen den Kontinent mächtig vordringendes, umfangreiches Sturmfeld; innerhalb desselben bildete sich sodann am 22. Dezember eine ausgesprochene Konvergenz-Linie warmer und kalter Luft aus, welche fortgesetzt zu neuen Depressionsbildungen und damit zur Andauer der warmen regnerischen Witterung Anlaß gab. Das Tauwetter ließ eine am 18. Dezember noch vorhandene lückenlose Schneedecke (vergl. den der täglichen Wetterkarte der Bayerischen Landeswetterwarte beigegebenen Bericht der Landesstelle für Gewässerkunde über die „Verteilung der Schneehöhen in Bayern am Samstag, den 18. Dezember 1925") bis zum 23. Dezember im Flachland größtenteils ganz verschwinden, anderenorts stark abmindern. Das ostwärts gerichtete Vorrücken der erwähnten Konvergenz-Linie und das Nachdrängen weiterer Luftdruckstörungen von Westen her brachte in den Tagen vom 23. bis 25. Dezember einen mehrfachen raschen Wechsel von Erwärmung und Regen mit Temperaturrückgang und leichten bis mäßigen Schneefällen. Letztere schufen wiederholt, aber nur ganz vorübergehend, so insbesondere am Abend des 24. und im Laufe des 25. Dezember eine winterliche Schneedecke. Die Regenfälle und die rasche Abschmelze der durch die Schneefälle jeweils geschaffenen Neuschneedecke hatten zur Folge, daß der Erdboden bereits zu Beginn der Hochwasserperiode im Flach- und Hügelland stark mit Feuchtigkeit durchtränkt war; vergl. Uebersicht 6. In höheren Lagen, in welchen sich die Schneedecke vom 18. Dezember her in größerer Mächtigkeit noch zu halten vermochte, wurde das von den erwähnten Regenfällen herrührende Wasser, wie sich aus den Schneedichtemessungen der Landesstelle für Gewässerkunde klar ergibt, zunächst zwar vollständig von der Schneedecke aufgesogen und zurückgehalten, um aber nach Eintritt der eigentlichen Hochwasserregen infolge der gleichzeitigen starken Erwärmung um so schneller den Flußläufen zugeführt zu werden; so waren beispielsweise an Wasser in der Schneedecke enthalten:

Uebersicht 1.

		Wasser		Schnee
in Brand (Fichtelgebirge	am 26. XII.	73,0 mm	in	29 cm
„ Heinersdorf (Vogtland)	„ 25. XII.	45,5 mm	„	10 cm
„ Marktleugast (Frankenwald)	„ 25. XII.	44,7 mm	„	23 cm
„ Steinbach a. W. (Frankenw.)	„ 23. XII.	62,5 mm	„	23 cm
„ Kleintettau (Frankenwald)	„ 25. XII.	159,1 mm	„	4 cm
„ Mosenberg (Fränk. Jura)	„ 25. XII.	12,1 mm	„	37 cm
„ Rhönhaus (Rhön)	„ 25. XII.	62,2 mm	„	37 cm
„ Rohrbrunn (Spessart)	„ 26. XII.	31,4 mm	„	12 cm

Am Morgen des 26. Dezember (vergl. den mit der täglichen Wetterkarte der Bayerischen Landeswetterwarte erscheinenden Bericht der Landesstelle für Gewässerkunde über die „Verteilung der Schneehöhen in Bayern am Samstag, den 26. Dezember 1925" und folgende Uebersicht 2) betrug die Schneedecke im Fichtelgebirge 50—70 cm, im Frankenwald 35—60 cm, auf dem Fränk. Jura 10—20 cm, auf der Rhön 20—30 cm, im Spessart 10—15 cm und auf der Haardt 5—10 cm. Der größte Teil des Maingebietes außerhalb der eigentlichen Gebirgslagen war im allgemeinen 5—10 cm mit Schnee bedeckt. Im unteren Regnitzgebiet und im Maintale selbst hielt sich die Schneedecke unter 5 cm. Schneefrei waren nur die Pfälz. Rheinebene längs des Rheins und die Sohle des Maintals von Miltenberg abwärts. Uebersicht 2 gibt in der letzten Spalte auch zahlenmäßige Angaben über die am 26. Dezember vor Beginn der Hochwasserregen in der Schneedecke aufgespeicherten, stellenweise sehr erheblichen Wassermengen. Es waren somit zu Beginn der eigentlichen Hochwasserregen bereits sehr günstige Bedingungen für Entstehung von kräftigem Hochwasser geschaffen: starke Durchfeuchtung des Bodens im Flachland, Schneedecke mittlerer Höhe in den Gebirgen, erheblicher Wassergehalt der Schneedecke.

Digitized by Google

Uebersicht 2.

Schneeverhältnisse am Morgen des 26. Dezember 1925.

Beobachtungsstelle	Meereshöhe	Schneehöhe	Gesamtwassergehalt der Schneedecke
Fichtelgebirge:			
Karches	750 m	56 cm	105 mm
Hütten	739 m	29 cm	60 mm
Warmensteinach	628 m	28 cm	56 mm
Kösseine	940 m	70 cm	175 mm
Waldstein	879 m	28 cm	56 mm
Frankenwald:			
Marktleugast	555 m	25 cm	50 mm
Presseck	640 m	26 cm	52 mm
Döbra	700 m	34 cm	68 mm
Steinbach a. W.	620 m	35 cm	70 mm
Kleintettau	668 m	67 cm	159 mm
Teuschnitz	600 m	28 cm	56 mm
Fränkischer Jura:			
Leupoldstein	550 m	8 cm	16 mm
Plech	463 m	6 cm	12 mm
Alfeld	470 m	11 cm	22 mm
Trockau	530 m	16 cm	32 mm
Rhön:			
Oberweißenbrunn	600 m	27 cm	54 mm
Rhönhaus	736 m	38 cm	65 mm
Sandberg	500 m	27 cm	54 mm
Kreuzberg	930 m	15 cm	30 mm
Spessart:			
Rohrbrunn	456 m	12 cm	31 mm
Haardt:			
Johanniskreuz	472 m	8 cm	?

Nach Abzug bzw. Zerfall des über Nord- und Mitteleuropa gelegenen Tiefdruckgebietes, dessen Rückseite die Schneefälle am 25. Dezember und den vorübergehenden Temperaturrückgang auslöste, drang am 26. Dezember ein neues mächtiges Sturmfeld vom Atlantischen Ozean nach West- und Mitteleuropa vor, während hoher Luftdruck, ausgehend vom Azoren-Maximum, den Süden Europas bedeckte. Die Luftdruckgleichen nahmen im allgemeinen westöstliche Richtung an. Europa wurde dementsprechend von warmen, feuchten, ozeanischen Luftmassen lebhaft überflutet, welche Temperaturerhöhung, starke Schneeschmelze und Regenfälle brachten und damit die Hochwassererscheinungen einleiteten. Das weitere Vorrücken des genannten atlantischen Sturmfeldes führte im Laufe des 26. Dezembe. im Norden Europas zur Bildung einer gewaltigen Tiefdruckrinne von weniger als 745 mm Luftdruck, welche sich am 27. Dezember von der Ostküste Nordamerikas (Neufundland) ausgehend, dem Golfstrom folgend, über den Ozean und die Britischen Inseln bis gegen Spitzbergen hin erstreckte. Innerhalb dieser Rinne zog nunmehr eine Depression nach de. andern, vielfach von weniger als 735 mm Luftdruck, nordwärts. Fast ganz Europa und der Atlantische Ozean waren in die äquatoriale Seite dieser Tiefdruckfurche einbezogen, welche infolge ihrer großen westöstlichen Ausdehnung auf mehrere Tage jede Zufuhr polarer Luftmassen unterband.

Im Laufe des 27. Dezember verstärkte sich der Luftdruckgradient im besonderen über Deutschland, die Ergiebigkeit der Regenfälle nahm infolgedessen bedeutend zu. Sie fielen vom 27. auf 28. Dezember fast allerorts, insbesondere im Hügel- und Gebirgslande, ohne Unterbrechung. Die meisten Beobachtungsstellen weisen daher am Morgen des 28. den Höchstniederschlagswert während der ganzen Regenperiode auf. Folgende Uebersicht 3 gibt Aufschluß über die vom Morgen des 27. bis zum Morgen des 28. angefallenen Regenmengen.

Uebersicht 3.

Obermaingebiet:		Reußendorf	39,1 mm
Karches	61,9 mm	Zieglerfeld	35,0 mm
Gefrees	45,4 mm	**Untermaingebiet:**	
Marktleugast	41,6 mm	Rohrbrunn	54,5 mm
Hütten	54,9 mm	Hessental	40,0 mm
Warmensteinach	49,5 mm	**Rheinpfalz:**	
Steinwiesen	40,0 mm	Johanniskreuz	29,8 mm
Rothenkirchen	40,2 mm	Eichelscheiderhof	26,7 mm
Kronach	43,6 mm	Ohlhorb	25,3 mm
Teuschnitz	42,7 mm	Hauptstuhl	25,0 mm
Regnitzgebiet:		Lauterecken	36,7 mm
Plech	36,0 mm	Zweibrücken	26,8 mm
Rupprechtsstegen	46,4 mm	**Bayer. Elbegebiet:**	
Gößweinstein	36,5 mm	Voitsumra	35,4 mm
Heiligenstadt	46,4 mm	Weißenstadt	38,9 mm
Fränk. Saale:		Münchberg	37,3 mm
Oberweißenbrunn	42,1 mm	Döbra	41,0 mm
Geroda	41,0 mm		

Infolge dieser starken Regenfälle war das Maingebiet am Morgen des 28. mit Ausnahme der Hochlagen und geschützten Innenlagen der Gebirge vollständig schneefrei.

Die Wetterlage blieb bis 31. Dezember ziemlich unverändert. Jeden Tag fiel Regen. Die Temperaturen waren in einer steten Zunahme, die Schneedecke in rascher Abnahme begriffen; vergleiche Uebersicht 4. Am Morgen des 30. betrugen die Temperaturen in Nordbayern und in der Rheinpfalz sogar über 10° C, die Temperaturhöchstwerte stiegen an diesem Tage bis auf 17° C an. Die Temperaturgleiche 0° erreichte fast den

Uebersicht 4.

Morgentemperaturen und Tageshöchstwerte der Temperaturen (in Klammern) am

	25. Dezember	26. Dezember	27. Dezember	28. Dezember	29. Dezember	30. Dezember	31. Dezember
Bayreuth	—0,3 (1,5)	—0,5 (3,4)	4,5 (8,6)	5,5 (8,3)	7,0 (11,5)	11,5 (14,6)	8,7 (13,9)
Ansbach	—0,8 (0,6)	0,1 (5,1)	5,6 (8,7)	5,7 (7,8)	6,4 (11,7)	12,0 (15,2)	8,2 (13,1)
Nürnberg	—0,9 (1,6)	—0,3 (4,4)	4,7 (8,9)	6,9 (7,9)	7,4 (12,7)	13,3 (17,8)	9,4 (13,5)
Bamberg	—1,5 (2,1)	—0,6 (4,2)	4,1 (9,1)	6,0 (8,2)	7,4 (12,3)	11,6 (15,0)	8,5 (14,0)
Würzburg	—0,7 (2,7)	0,6 (6,7)	6,4 (11,3)	6 8 (11,7)	8,3 (13,8)	12,5 (16,7)	10,4 (17,7)
Bad Kissingen	—0,8 (2,0)	—0,6 (3,8)	4,4 (8,8)	6,2 (8,2)	9,0 (13,0)	12,2 (15,3)	10,2 (15,8)
Kaiserslautern	1,5 (3,3)	2,6 (8,7)	9,1 (10,3)	6,7 (9,4)	9,2 (12,4)	12,0 (14,4)	9,9 (13,8)
Ludwigshafen a. Rh.	0,7 (2,3)	1,3 (9,3)	8,6 (10,8)	8,4 (9,6)	9,2 (13,3)	13,8 (17,3)	10,4 (15,3)

Digitized by Google

Zugspitzgipfel. Am 29. und 30. Dezember nahm die Zufuhr feuchter ozeanischer Luft infolge neuerlicher Verstärkung des Luftdruckgradienten sogar stürmischen Charakter an. Dies hatte stellenweise, insbesondere im Untermaingebiet und in der Rheinpfalz, eine neuerliche Zunahme der Niederschlagstätigkeit gegen Ende Dezember zur Folge. Einige Beobachtungsstellen im Gebiete der Fränkischen Saale und in der Rheinpfalz erreichten daher erst in den beiden letzten Dezembertagen den Niederschlagshöchstwert der ganzen Hochwasserregenperiode; diese Höchstwerte finden sich in Uebersicht 5 zusammengestellt. Am Morgen des 31. Dezember war der Schnee auch in den Gebirgslagen des Maingebietes vollständig verschwunden.

Uebersicht 5.

Beobachtungsstelle	Regenmenge mm	Beobachtet am
Fränkische Saale.		
Fladungen	30,7	31. XII.
Oberweißenbrunn	46,9	31. XII.
Rhönhaus	33,0	31. XII.
Schönau a. Br.	25,7	31. XII.
Sandberg	33,6	30. XII.
Kreuzberg i. Rhön	32,4	30. XII.
Rheinpfalz.		
Eichelscheiderhof	35,7	30. XII.
Konken	32,3	30. XII.
Lauterecken	44,6	30. XII.
Trippstadt	23,3	30. XII.
Hornbach	25,0	31. XII.
Ramstein	22,2	30. XII.

Im Laufe des 31. Dezember zogen die über Nordeuropa liegenden Depressionen ostwärts ab. Auf ihrer Rückseite strömten polare Luftmassen unserem Gebiete zu und brachten Temperaturrückgang. Im Gefolge eines durch den Kälteeinbruch geförderten Luftdruckanstiegs über den Britischen Inseln trat vorübergehend Besserung ein. Die eigentliche Hochwasserregenperiode kann damit als beendet angesehen werden, wenngleich alsbald unser Gebiet neuerdings durch weitere, vom Ozean vordringenden Sturmfelder unter den Einfluß ozeanischer Luftzufuhr gelangte. Die Witterung nahm jedoch nunmehr einen zwischen Temperaturrückgang und Erwärmung rascher wechselnden Charakter an.

In Uebersicht 6 sind für eine Auswahl von Beobachtungsstellen die während der Gesamtregenperiode vom Morgen des 26. Dezember bis zum Morgen des 1. Januar angefallenen Regenmengen sowie die Summen dieser Regenmengen plus der in der Schneedecke aufgespeicherten und dann abgeschmolzenen Wassermengen angegeben. Das Fichtelgebirge, der Frankenwald, der Wiesent- und Pegnitz-Jura, die Rhön und der Spessart wurden während der Gesamtregenperiode vom 26. Dezember früh bis 1. Januar früh von mehr als 100 mm Regen betroffen und hiermit in sechs Tagen mit mehr Niederschlag belastet, als normalerweise auf den ganzen Monat Dezember trifft. Im Fichtelgebirge und im Frankenwald erreichten die Hochwasserregen über weiten Flächen sogar Beträge von 120 bis 140 mm; die Beobachtungsstelle Forsthaus Karches zwischen Ochsenkopf und Schneeberg gelegen) hat im ganzen 164 mm = rund 160% des Durchschnittswertes für Dezember, die Station Teuschnitz 183 mm = rund 190% des Dezembermittelwertes gemessen. Auch in der Rhön sind an mehreren Stationen mehr als 130 mm Regen angefallen, in Oberweißenbrunn sogar 184 mm = rund 170% des langjährigen Dezembermittels. Im Flach- und Hügelland betrug die Gesamtregenmenge durchschnittlich 55 bis 75 mm, also ebenfalls mehr, als durchschnittlich dem gesamten Monat Dezember entspricht. Am schwächsten überregnet wurde das Rednitzgebiet, wo sich die Gesamtregenmenge auf 20—30 mm belief. Rechnet man zu der Gesamtregenmenge vom 26. Dezember bis 1. Januar noch die zu Beginn der Hochwasserregen in der Schneedecke vorhandene und alsdann abgeschmolzene Wassermenge hinzu (vgl. vierte Spalte der Uebersicht 6), so ergibt sich für Fichtelgebirge, Frankenwald, Rhön und Spessart sogar eine Niederschlagsbelastung mit 150—200 und teilweise mit über 200 mm (Fichtelgebirge: Karches 269, Hütten 180, Warmensteinach 166, Weißenstadt 172; Frankenwald: Döbra 206, Teuschnitz 239, Steinbach a. W. 203, Kleintettau 283; Rhön: Oberweißenbrunn 238 mm).

Uebersicht 6.

Beobachtungsstelle	Tränkmengen: Vorregen und Abgang an Schneewasser aus der Schneedecke 18. XII. bis 26. XII. 25 mm	Regenmenge 26. XII. 25 bis 1. I. 26 mm	Gesamtniederschlagsbelastung (Regenmenge und Schneewasser) (26. XII. 25 bis 1. I. 26) mm
Roter und Weißer Main.			
Karches	51,3 mm	163,8 mm	268,8 mm
Gefrees	68,0 mm	103,1 mm	105,4 mm
Marktleugast	57,1 mm	113,3 mm	158,0 mm
Creußen	30,4 mm	88,6 mm	98,6 mm
Hütten	72,7 mm	120,0 mm	180,0 mm
Warmensteinach	57,2 mm	119,5 mm	165,5 mm
Bayreuth	32,8 mm	77,3 mm	83,3 mm
Main bis zur Regnitz.			
Nordhalben	71,5 mm	110,7 mm	134,7 mm
Steinbach b. G.	75,6 mm	127,6 mm	153,6 mm
Steinwiesen	58,1 mm	118,3 mm	132,3 mm
Presseck	108,7 mm	110,9 mm	162,9 mm
Steinbach a. W.	84,3 mm	131,7 mm	203,7 mm
Kleintettau	22,6 mm	124,1 mm	283,2 mm
Teuschnitz	33,5 mm	183,3 mm	239,3 mm
Neustadt b. C.	50,8 mm	83,2 mm	93,2 mm
Tremersdorf	36,6 mm	95,5 mm	119,5 mm
Roßfeld	35,5 mm	80,0 mm	86,0 mm
Ottowind	64,2 mm	85,9 mm	93,9 mm
Regnitz.			
Oberdachstetten	36,6 mm	40,2 mm	58,2 mm
Neumarkt i. O.	60,0 mm	48,4 mm	60,4 mm
Wendelstein	36,1 mm	36,8 mm	62,8 mm
Auerbach	31,3 mm	77,0 mm	85,0 mm
Mosenberg	40,6 mm	91,0 mm	107,0 mm
Rupprechtsstegen	53,2 mm	109,0 mm	123,0 mm
Haid	55,3 mm	59,9 mm	69,9 mm
Stöppach	66,8 mm	64,0 mm	74,0 mm
Altdorf	68,1 mm	55,9 mm	67,9 mm
Nürnberg	30,3 mm	27,7 mm	43,7 mm
Königsfeld	41,4 mm	81,4 mm	97,3 mm
Trockau	41,3 mm	106,4 mm	138,4 mm
Gößweinstein	65,0 mm	101,4 mm	107,4 mm
Heiligenstadt	69,9 mm	87,5 mm	93,5 mm
Ebrach	41,1 mm	54,8 mm	62,8 mm
Bamberg	29,0 mm	54,3 mm	60,3 mm

Digitized by Google

Beobachtungsstelle	Tränkmengen: Vorregen und Abgang an Schneewasser aus der Schneedecke 18. XII. bis 26. XII. 25 mm	Regenmenge 26. XII. 25 bis 1. I. 26 mm	Gesamtniederschlagsbelastung (Regenmenge und Schneewasser) (26. XII. 25 bis 1. I. 26) mm
Von der Regnitz bis zur Saale.			
Viereth	24,4 mm	58,7 mm	66,7 mm
Kleinmünster	42,3 mm	70,7 mm	76,7 mm
Haßfurt	30,8 mm	58,9 mm	68,9 mm
Oberschwappach	30,9 mm	53,6 mm	57,6 mm
Sailershausen	25,7 mm	59,5 mm	63,5 mm
Prüßberg	32,6 mm	53,1 mm	61,1 mm
Bergtheim	30,8 mm	66,1 mm	72,1 mm
Würzburg	23,6 mm	68,4 mm	68,4 mm
Obbach	52,5 mm	57,4 mm	77,4 mm
Hundsbach	33,1 mm	58,0 mm	62,0 mm
Fränkische Saale.			
Oberweißenbrunn	92,4 mm	183,6 mm	237,6 mm
Rhönhaus	66,3 mm	109,9 mm	172,5 mm
Sandberg	70,9 mm	134,6 mm	188,6 mm
Geroda	83,8 mm	106,8 mm	126,8 mm
Bad Kissingen	40,6 mm	85,1 mm	93,1 mm
Bad Brückenau	80,7 mm	102,0 mm	110,0 mm
Reußendorf	88,7 mm	146,9 mm	170,9 mm
Mittelsinn	36,6 mm	113,6 mm	123,6 mm
Main bis zur Tauber.			
Wiesen	99,1 mm	82,0 mm	102,0 mm
Rechtenbach	59,5 mm	106,3 mm	108,3 mm
Rohrbrunn	82,4 mm	129,0 mm	160,4 mm
Holzkirchen i. U.	31,2 mm	59,7 mm	71,7 mm
Tauber.			
Rothenburg o.T.	35,1 mm	44,9 mm	50,9 mm
Steinsfeld	20,4 mm	57,5 mm	63,5 mm
Von der Tauber bis zur Kahl.			
Schneeberg	40,1 mm	78,2 mm	78,2 mm
Hessental	66,9 mm	92,9 mm	100,9 mm
Aschaffenburg	49,8 mm	61,9 mm	61,9 mm
Bayerisches Elbegebiet.			
Voitsumra	45,1 mm	105,4 mm	135,4 mm
Weißenstadt	81,6 mm	142,7 mm	170,7 mm
Marktleuthen	39,4 mm	97,7 mm	125,7 mm
Wunsiedel	41,2 mm	102,0 mm	138,0 mm
Waldstein	92,0 mm	56,6 mm?	112,6 mm?
Münchberg	75,2 mm	133,8 mm	153,8 mm
Döbra	72,0 mm	137,8 mm	205,8 mm
Oberneuhüttendorf	40,3 mm	89,2 mm	135,2 mm
Weser.			
Motten	69,8 mm	134,8 mm	144,8 mm
Rheinpfalz.			
Johanniskreuz	43,5 mm	88,5 mm	104,5 mm
Hochspeyer	41,5 mm	56,1 mm	60,1 mm
Neustadt a. H.	34,7 mm	46,0 mm	56,0 mm
Ludwigshafen	32,9 mm	19,6 mm	19,6 mm
Herfingerhof	20,2 mm	61,9 mm	73,9 mm
Kaiserslautern	46,4 mm	68,1 mm	70,1 mm
Kirchheimbolanden	40,5 mm	42,2 mm	52,2 mm
Duchroth	32,2 mm	44,0 mm	52,0 mm
Trippstadt	21,1 mm	74,2 mm	76,2 mm
Zweibrücken	53,1 mm	92,4 mm	92,4 mm
Pirmasens	47,5 mm	60,3 mm	60,3 mm
Hornbach	39,2 mm	90,8 mm	90,8 mm

Da die Tauflut von Ende Dezember 1925 auf Januar 1926 insbesondere am Mittel- und Unterrhein einen ganz außergewöhnlichen, katastrophalen Charakter erreichte, beabsichtigt das Reichsverkehrsministerium eine weitgreifende Untersuchung über die Ursachen dieses Hochwassers im Gebiete des Rheins und seiner sämtlichen davon betroffenen Nebenflüsse im Vergleich mit den Ursachen früherer Hochwassererscheinungen. Hierbei handelt es sich hauptsächlich unter anderem um Klarlegung der vielfach erörterten Frage, ob die angeblich ausnahmsweise Häufung von Hochfluten in den letzten Jahren auf menschliche Eingriffe zurückzuführen ist, ob ihr eine Klimaänderung zugrunde liegt oder ob das gruppenweise Auftreten besonders starker Hochwässer in den natürlichen Verhältnissen der derzeitigen Klimaperiode begründet ist. Die Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde wird gegebenenfalls an diesen Arbeiten, soweit bayerische Flußgebiete am Aufbau der Rheinwelle wesentlich beteiligt waren, mitwirken und wird voraussichtlich nach endgültiger Verarbeitung des gesamten umfangreichen Beobachtungsmaterials eine Sonderveröffentlichung über die Ursachen, den Aufbau und Verlauf dieses Hochwassers im Maingebiet erscheinen lassen. (W. 727.)

Das Gampadelswerk in Vorarlberg.

Von Ing. Anton Fürst und nach Unterlagen der Rüschwerke, Dornbirn.

Ein Werk, dessen Projektierung in die Zeit vor dem Weltkriege hineinragt, das aber erst nach demselben infolge des auftretenden Kohlenmangels und der dadurch auf die heimischen Wasserkräfte geleiteten Aufmerksamkeit tatsächlich ins Leben gerufen wurde und nunmehr im vergangenen Winter bereits seinen Zweck erfüllte, ist neben den zahlreichen anderen Anlagen, die in Oesterreich im Jahre 1925 in Betrieb gegangen sind, das Gampadelswerk der Vorarlberger Landes-Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Bregenz.

Die genannte Aktiengesellschaft hat unter wesentlicher finanzieller Beteiligung des Landes Vorarlberg die ursprünglich vom Lande in Angriff genommenen Vorarbeiten am Gampadelsbache, sowie den Ausbau der von den Vorarlberger Landeskraftanlagen G. m. b. H. in Bregenz projektierten Landessammelschiene zu Ende geführt und damit ein Werk geschaffen, das nicht nur für die eigene Zentrale, sondern auch für die übrigen bestehenden Elektrizitätswerke mit überschüssiger Winterenergie die beste Ausnützung ermöglicht.

Sollte die Landessammelschiene dem genannten Zwecke vollkommen gerecht werden, so war ihre Trasse durch das Montafon, den Walgau und das Rheintal bis Hohenems gegeben. Es mußten (neben dem Unterwerk im Gampadelswerke

Digitized by Google

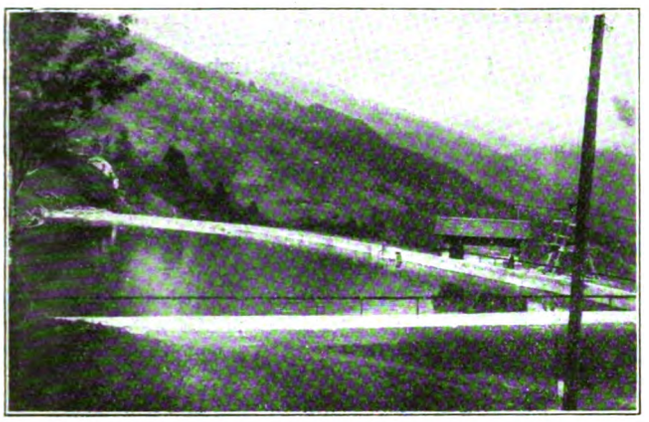


Abb. 1. Stauweiher des Gampadelswerkes.

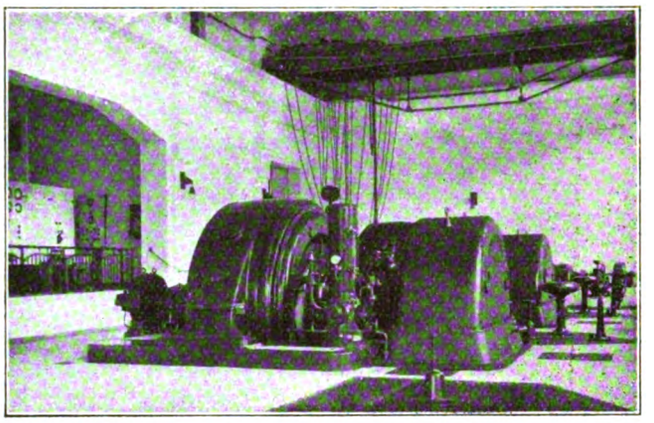


Abb. 3. Maschinenhalle.

selbst) in Bürs bei Bludenz, in Gisingen bei Feldkirch und in Hohenems Unterwerke zustande kommen, wo die Abgabe und der Kauf elektrischer Energie stattfinden konnte.

Die Betriebsspannung war von der Vorarlberger Landeskraftleitung G. m. b. H. mit Rücksicht auf die Leitungen in den Nachbarländern mit 45 000 V festgesetzt worden, die auf Grund der Erfahrungen, die man in der Schweiz damit gemacht hat, noch die Verwendung von Stützisolatoren zuließ. Die Landeskraftleitung weist eine Länge von 53 km auf und besteht im wesentlichen aus imprägnierten Holzmasten. Der eine Teil der Leitung ist mit Aluminiumseil mit 95 mm² Querschnitt, verlegt auf einfachen Holzmasten, durchgeführt, während der andere Teil mit Kupferseil von 70 mm² Querschnitt auf verkeilten Doppelmasten ausgestattet ist.

Das Gampadelswerk, welches als Hauptlieferwerk für die Landeskraftleitung in Frage kommt, ist ein Hochdruckwerk, welches rund 5 Millionen kWh Winterenergie und rund 10 Millionen kWh Sommerenergie dem Bedarfe des Landes Vorarlberg zur Verfügung stellt. Diese Werte beziehen sich auf die erste Ausbaustufe, die nunmehr im Betriebe steht und später durch die zweite Stufe, nämlich das Tilisunawerk, eine Ergänzung mit weiteren 5 Millionen kWh Winterkraft erfahren soll.

Das Gefälle des Gampadelswerkes beträgt brutto 395 m und wird in einer Druckrohrleitung, die nur eine Länge von rund 800 m aufweist, ausgenützt. Die Druckrohrleitung ist in drei Zonen mit einer Lichtweite von 950, 900 und 850 mm ausgeführt und besteht aus mit Wassergas überlappt geschweißten Rohren von S.-M.-Flußeisen. Die Verbindung der Rohre untereinander ist mittels konischer Nietmuffen hergestellt.

Die wasserbauliche Anlage bietet ein verhältnismäßig günstiges Bild, denn von der Bachfassung wird das Wasser direkt einem rund 1200 m langen Stollen zugeführt, der in das Staubecken mündet. Ungefähr auf halber Länge ist beim Stollenfenster II nochmals eine Niveauregulierung mittels eines Ueberfalles ermöglicht, um alle Sicherheit zu haben, daß der Spiegel des Stauweihers nicht zu hoch steigt.

Der Stauweiher selbst (Abbildung 1) besitzt einen Inhalt von rund 34 000 m³, von denen praktisch 32 000 m³ ausnützbar sind und eine Tagesspeicherung ermöglichen. Das ganze Staubecken ist in Beton ausgeführt und mit Rücksicht auf die scharfen Temperaturschwankungen, die gerade im Winter beim täglichen Entleeren und Wiederfüllen auftreten können, mit Torkretverputz versehen. Der Schacht des Wasserschlosses ist durch ein Holzhaus überdacht und nimmt die üblichen Rohrbruchventile und Wasserstandanzeigevorrichtungen auf.

Das Einzugsgebiet des Gampadelswerkes umfaßt rund 13,5 km² und wäre als solches mit seinem Hauptabflusse, dem Gampadelsbache, wohl zu klein, weil dessen Wassermenge im Winter ein Minimum von 12 l/sec aufweist. Den wertvollsten Teil des Betriebswassers liefern aber die Ledererquellen, deren Ergiebigkeit im Sommer etwa 380 l/sec beträgt und im Winter 350 l/sec nicht unterschreitet. Nicht unerwähnt möge bleiben, daß das Wasser der Quelle auch im Winter im Durchschnitt

Abb. 2. Gampadelswerk, Krafthaus.

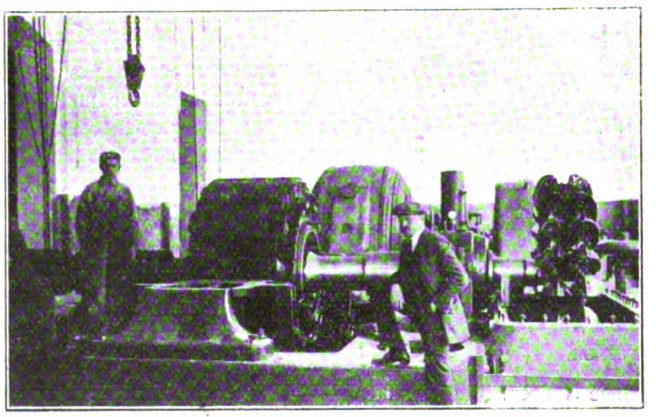


Abb. 4. Maschinensatz in Montage.

Digitized by Google

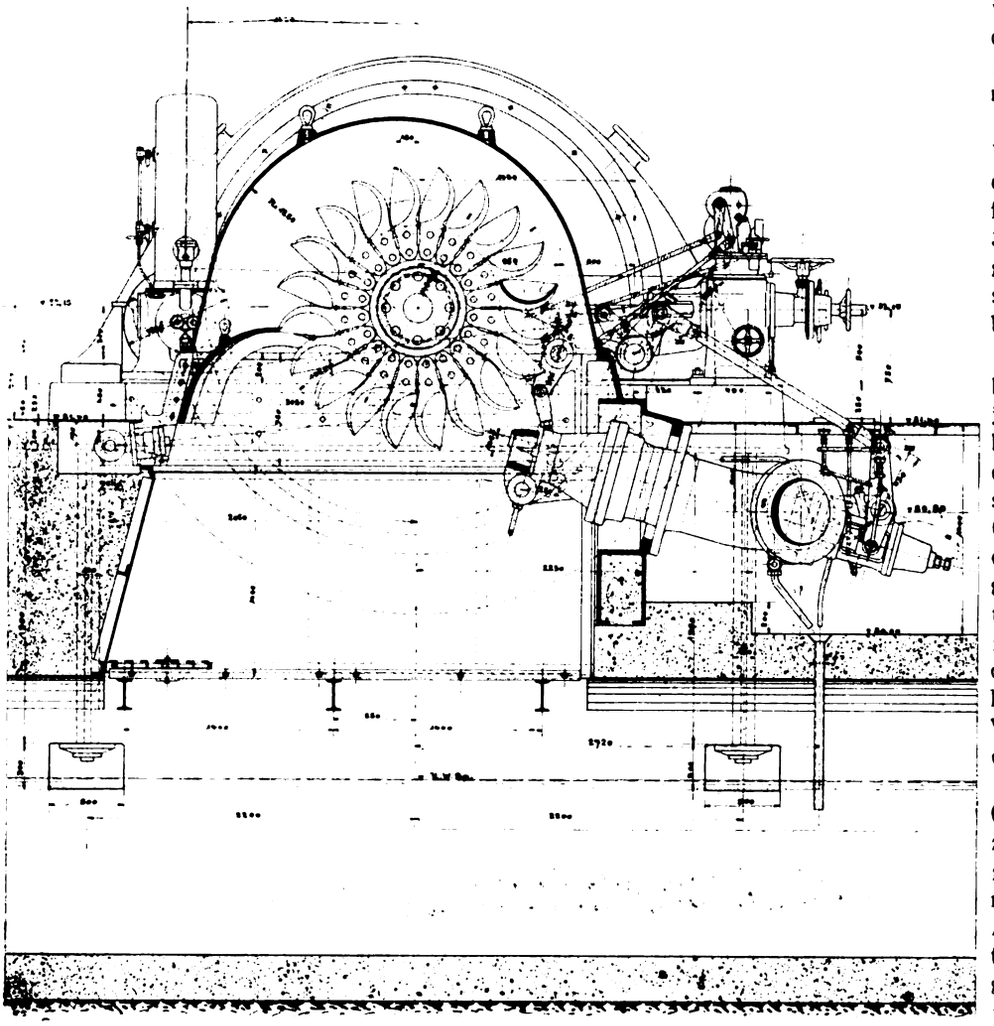


Abb. 5. Freistrahlturbine. H = 375 m; Q = 1,1 m³/Sek.; N = 4500 PS; n = 500.

während am anderen Ende das Turbinenrad fliegend aufgeflanscht ist; vgl. Abb. 4 und 5.

Die Turbinen der Rüsch-Werke in Dornbirn sind als eindüsige Freistrahl-Turbinen für ein Nettogefälle von 375 m und je 1100 l/sec ausgeführt. Jedes Aggregat leistet, wie erwähnt, 4500 PS bei 500 Umdr./Min.

Die Wasserführung zu den Düsen wurde so gewählt, daß jede Turbine nur den einen Krümmer erhielt, welcher für die Durchführung der Nadelstange ohnehin erforderlich ist (Abb. 5). Es wurde dadurch eine ideale Wasserführung bei geringster Anzahl von Gußteilen und Flanschabdichtungen erreicht. Als Absperrorgane vor den Düsen sind Kugelschieber von Escher Wyss & Co. in Ravensburg eingebaut.

Die Laufräder der Turbinen (Abb. 5 und 6) sind mit einzeln angeschraubten Stahlgußlöffeln ausgerüstet und mußten wegen der fliegenden Anordnung besonders sorgfältig ausgewuchtet werden. Lager und Wellen der Generatoren gehen vollkommen schwingungsfrei und ruhig. Die zweilagerige Anordnung mit fliegendem Laufrad hat sich somit vorzüglich bewährt und ergab einen in achsialer Richtung äußerst gedrängten Bau.

6° C zeigt, so daß auch nach Mischung des Quellwassers mit dem Bachwasser das Vereisen nicht zu befürchten ist.

Das Krafthaus selbst (Abbildung 2) paßt sich in der äußeren architektonischen Durchbildung möglichst der heimischen Bauweise in Montafon an und gliedert sich in das Maschinenhaus mit der 6000-V-Schaltanlage sowie in das in T-Form angebaute Schalthaus für 45 000 V mit den Transformator- und Schalterzellen. Das Schalthaus für 45 000 V stellt das Verbindungsglied zwischen der 45 000-V-Freileitung und der Stromerzeugungsanlage her und ist in seinem inneren Aufbau einfach und übersichtlich gehalten. Auf der einen Seite des Bedienungsganges befinden sich die Oelschalterzellen sowie die Zellen für den Ueberspannungsschutz, auf der anderen Seite die Kammern für die Transformatoren und deren Oelkühleinrichtungen. Von den geplanten drei Transformatoren zu je 4000 kVA Leistung sind zwei Stück aufgestellt worden. In der gleichen Weise sind auch von den in Aussicht genommenen drei großen Maschineneinheiten einstweilen zwei zu je 4500 PS Leistung eingebaut worden.

Die Hauptmaschinen sind vollständig geschlossene Drehstromgeneratoren für je 4250 kVA, 6000 V, 50 Per., der AEG. Union in Wien, deren Welle am einen Ende den Erregeranker trägt,

Die Turbinen sind mit Gegendüsen zur Abkürzung der Auslaufdauer versehen, die in Abbildung 5 links im Fundamentrahmen sichtbar sind. Die Regelung erfolgt mittels Oeldruckreglern (Abbildung 7), welche Düsennadel und Strahlablenker verstellen. Als Pendel sind rasch laufende Flachfederregler ohne Gelenke oder Schneiden angewendet, welche höchste Empfindlichkeit bei geringsten Massen aufweisen und dabei keiner Abnützung unterworfen sind. Die Oelsteuerung ist so eingerichtet, daß bei Bruch des Reglerriemens oder beim Ausbleiben des Oeldruckes sowie bei größerem Abfall der Drehzahl unter den normalen Wert die Turbinen geschlossen werden. Diese Einrichtung hat sich bisher bestens bewährt und verhindert auch das volle Eröffnen der Düse bei Kurzschlüssen.

Die eingangs genannten günstigen hydraulischen Verhältnisse wirkten außerordentlich günstig auf die Gestehungskosten des Werkes, das trotz seines Charakters als Speicheranlage wohl mit zu den billigsten Kraftwerken gerechnet werden darf mit

Digitized by Google

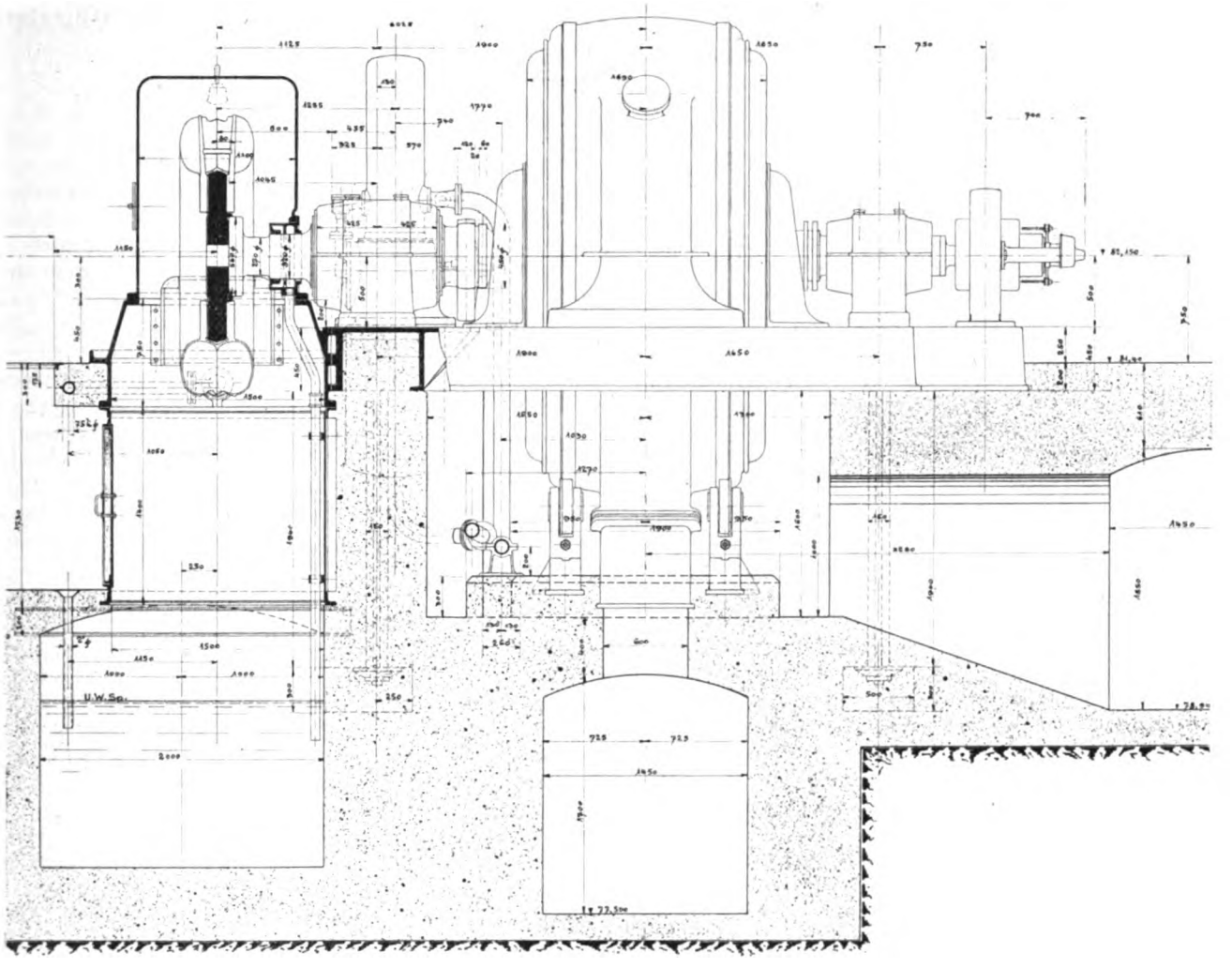


Abb. 6. Maschinensatz des Gampadelswerkes. Turbine vgl. Abb. 5. Generator 4250 kVA, 6000 V, n = 5000.

einem Einheitspreis von nur 526 Schilling je kW im ersten Ausbau und etwa 400 Schilling je kW im vollen Ausbau, wie die folgende Aufstellung zeigt.

(W. 697.)

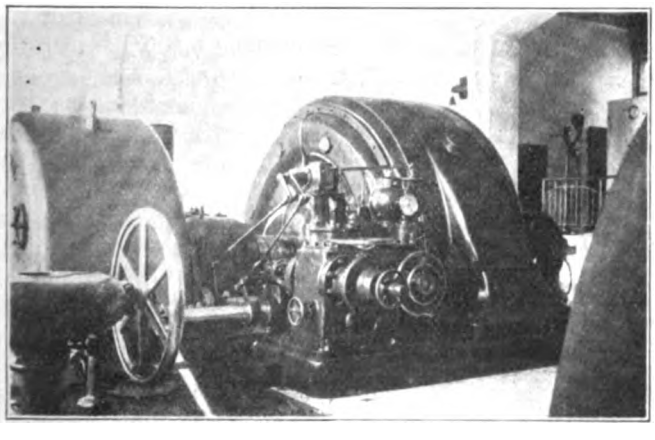


Abb. 7. Maschinensatz mit Doppelregler.

Zusammenstellung der Kosten des Gampadelswerkes:

	Schilling
Grundstücke und Rechte	57 000.—
Pläne und Vorarbeiten, Projekte	52 000.
Wasserfassung	160 000.—
Stollen, 1135 m lang, 2,25 m² Querschnitt	597 000.—
Stauweiher, 32 000 m³ Inhalt, Kapazität 22 800 kWh	796 000.—
Rohrleitung, 814.37 m lang, 800/900 mm Ø, fertig verlegt	503 000.—
zwei Turbinen mit Regulatoren (Leistung zusammen 7600 kW)	90 000.—
zwei Generatoren (Leistung zusammen 8500 kVA)	270 000.—
Schaltanlage	220 000.—
Transformatoren in der Zentrale	150 000.—
Gebäude mit Planierungsarbeiten	518 000.—
Unterwasserkanal und Uferschutz	35 000.—
Verschiedenes (Wasserversorgung u. dgl.)	503 000
Wohngebäude	49 000.—
Gesamtkosten des Werkes	4 000 000.—
oder: je kW	526.—

Digitized by Google

Ueber das Zusammenarbeiten von nicht regulierten Wasserturbinen mit regulierten Kraftmaschinen.

Von Dipl.-Ing., Dr.-Ing. Victor Mann, Cassel.

Zusammenfassung: Es werden der Betriebszustand der nicht regulierten und der regulierten Wasserturbinen besprochen. Hieraus ergeben sich Forderungen für den gemeinsamen Betriebszustand beim Zusammenarbeiten von regulierten und nicht regulierten Turbinen, evtl. anderen regulierten Kraftmaschinen, wie auch für deren Dimensionierung. Der Einfluß von Gefälleänderungen wird nachgewiesen sowie auf die Notwendigkeit hingewiesen, die Betriebsleitung über die Veränderlichkeit des Betriebszustandes der Turbinen zu unterrichten, um einen rationellen Betrieb zu ermöglichen.

Unter den ausgebauten Wasserkraftanlagen älterer Baujahre finden sich noch recht zahlreiche, deren Wasserturbinen nicht oder nur mit einer einfachen Handregulierung ausgestattet sind. Die erhöhten Anforderungen, die neuzeitliche Arbeitsmaschinen an die Gleichförmigkeit des Ganges stellen, wie auch die Notwendigkeit, oft in recht erheblichem Umfang einen Mann zum Betrieb der Handregulierung in Anspruch genommen zu sehen, und der Wunsch, hier an Betriebskosten sparen zu können, wie auch schließlich das Bedürfnis, sich bessere und mit höheren Wirkungsgraden arbeitende Turbinen zunutze zu machen, hat bei manchen derartigen älteren Anlagen das Bedürfnis nach neuzeitlicher Ausgestaltung erwachsen lassen. Oft genug fehlt es aber an Mitteln zu einer völligen Umgestaltung der Anlage nach modernen Grundsätzen, und man sieht sich dann veranlaßt, den Umbau stufenweise vorzunehmen, unter Zugrundelegung des Bildes des Gesamtumbaues, so daß auch bei stufenweisem Umbau schließlich ein in sich geschlossenes Ganzes entsteht.

Hierbei wird seitens der Bauherrschaft oft die Frage aufgeworfen, ob es möglich ist, von den vorhandenen älteren Turbinen zunächst eine derselben durch eine moderne Turbine zu ersetzen und diese evtl. mit einer automatischen Geschwindigkeitsregulierung zu versehen. Diese muß dann mit den übrigen nicht regulierbaren Turbinen zusammenarbeiten, und es ist die Frage, inwiefern ein solches Zusammenarbeiten, das bei mehreren Turbinen, deren jede einzelne mit automatischer Geschwindigkeitsregulierung versehen ist, eine Selbstverständlichkeit ist, unter diesen besonderen Umständen möglich ist. Auf diese Frage soll in den folgenden Zeilen kurz eingegangen werden und es sollen die besonderen Verhältnisse zur Sprache kommen, welche hierbei zur Geltung kommen.

Zunächst müssen wir uns darüber klar werden, wie jede der beiden in Betracht kommenden Maschinenarten, die regulierte und die nicht oder von Hand regulierte Turbine, für sich allein arbeiten, erst dann ist es möglich, über die Betriebsverhältnisse bei ihrem Zusammenarbeiten Klarheit zu bekommen.

Für die Betriebsverhältnisse einer Turbine ist von den beiden Konstituenten Gefälle und Wassermenge einer Wasserkraftanlage zunächst nur das Gefälle maßgebend. Haben wir eine Turbine älterer Bauart mit unveränderlicher Leitschaufelweite und auch sonst ohne Reguliervorrichtung vor uns, so werden bei einem bestimmten Gefälle Wassermenge, Drehzahl und Leistung der Turbine in einer gewissen gegenseitigen Beziehung stehen. Diese läßt sich graphisch sehr einfach durch die sogenannte Leistungskurve zum Ausdruck bringen, bei welcher die Leistung N der Turbine in Abhängigkeit von der Drehzahl n aufgetragen ist und eine parabelähnliche Kurve ergibt mit dem Scheitel bei einer bestimmten Drehzahl, die wir für dieses Gefälle als die normale bezeichnen wollen, weil bei ihr die Leistung am größten ist. Im Verlauf des Linienzuges der N-n-Kurve können wir also den Betriebszustand der nicht regulierbaren Turbine ändern. Andere Betriebszustände kommen nicht vor. (Abb. 1). Es ist hinzuzufügen, daß mit der Drehzahl n auch die Wassermenge Q veränderlich ist, doch ist dies für die vorliegenden Betrachtungen weniger von Interesse.

Anders haben wir bei der regulierbaren Turbine die Möglichkeit, die Leitschaufelweite zu ändern. Für jede Leitschaufelweite ergibt sich dann eine besondere Leistungskurve, die alle ähnlichen Charakter haben, sich jedoch darin unterscheiden, daß bei abnehmender Leitschaufelweite die größte Drehzahl — bei welcher gleichzeitig die Leistung N zu Null wird —, die sogenannte Leerlaufdrehzahl, mit abnehmender Leitschaufelweite abzunehmen pflegt; desgleichen pflegt sich der Scheitelpunkt der Leistungskurve, also die bei jeder Leitschaufelweite erreichbare größte Leistung, mit abnehmender Leitschaufelweite nach dem Koordinatenursprung zu verlagern, d. h. die für jede Leitschaufelweite „normale" Drehzahl nimmt ab, ist also keine für alle Betriebszustände konstante Größe. Die Größe der maximalen Leistung bei jeder Leitschaufelweite nimmt mit der Leitschaufelweite ab. Bei der regulierbaren Turbine kann man also grundsätzlich jeden Betriebszustand herstellen, der zwischen den beiden äußersten Leistungskurven gelegen ist.

In Abb. 1 sind für eine regulierbare Turbine eine Anzahl von Leistungskurven für verschiedene Leitschaufelöffnungen zur Darstellung gebracht. Die dem größten Leistungswert $N = 13$ PS entsprechende Drehzahl $n = 195$/Min. ist als normale betrachtet, und ein automatischer Regulator würde so einzustellen sein, daß er diese Drehzahl hält. Gehen wir also auf der Ordinate $n = 195$/Min. von $N = 13$ PS aus nach abwärts, so erhalten wir der Reihe nach diejenigen Betriebszustände, auf welche der automatische Regler bei abnehmenden (durch die Einwirkung des mit dem Regler verbundenen Servomotors) Leitschaufelöffnungen einregulieren wird. Bekanntlich erfolgt dieses Einregulieren mit gewissen Schwankungen der Drehzahl. Es sei angenommen, daß diese Drehzahlschwankungen während des Regulierungsvorganges Beträge bis zu maximal $\pm$ 10 v. H. der normalen Drehzahl ausmachen. Dementsprechend sind in Abb. 1 die beiden Ordinaten 0,9 n und 1,1 n eingezeichnet, zwischen welchen sich der Betriebszustand der Regulierturbine während des Regulierungsvorganges befindet, und zwar, da der Reguliervorgang in wellenförmigen Schwankungen um die normale Drehzahl vor sich geht, teils rechts, teils links der Ordinate

Digitized by Google

n = 195/Min. Nach beendetem Regulliervorgang wird sich der Betriebszustand der Regulierturbine jeweils immer wieder auf der Ordinate n = 195/Min. befinden.

Es sei zunächst der Fall angenommen, daß eine automatisch regulierbare Turbine T mit einer unregulierbaren Turbine T_u zusammenarbeite in der Weise, daß dieselben unter starrer Verbindung ihre Leistung an eine gemeinsame Welle abgeben. Das Gefälle sei H, die normale Drehzahl der regulierbaren Turbine bei größter Leistung sei n_r, diejenige der unregulierbaren Turbine n_u. Beide Turbinen seien, evtl. unter Verwendung einer Uebersetzung, so miteinander verbunden, daß sie in einem bestimmten „normalen" Betriebszustand beide mit ihrer normalen Drehzahl arbeiten; n_r sei also gleichzeitig die Regulierdrehzahl der Turbine T_r, (am anschaulichsten liegen die Beziehungen bei $n_r = n_u$, was wir der Einfachheit halber unterstellen wollen). Für die Turbine T_u ist nun charakteristisch, daß ihre Drehzahl durch diejenige der Turbine T_r erzwungen wird. Da n_r und n_u miteinander korrespondieren, so wird die Turbine T_u dauernd mit ihrer größten Leistung arbeiten; ihr Betriebszustand wird

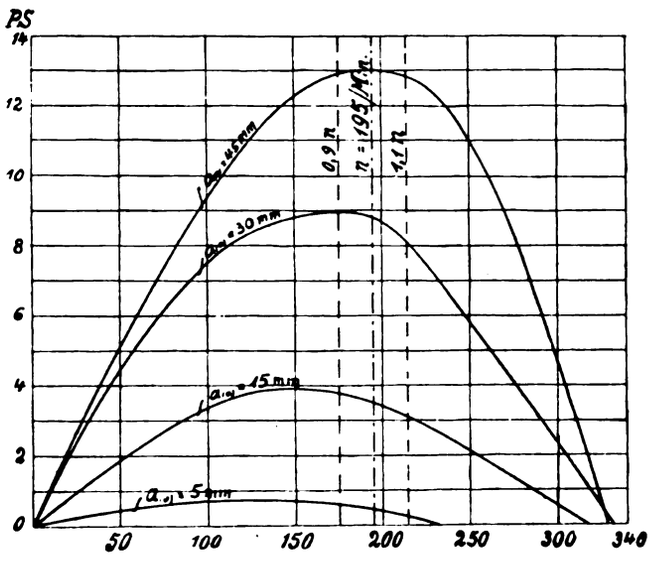


Abbildung 1.

dem Scheitelpunkt ihrer Leistungskurve entsprechen. Während des Regulliervorganges wird Turbine T_u die Drehzahlschwankungen der Turbine T_r mitmachen, bei Vorhandensein einer Zwischenübersetzung unter Mitwirkung dieser, d. h. prozentual werden die Drehzahlschwankungen beider Turbinen dieselben sein. Während dieser Schwankungen pendelt dann auch der Betriebszustand der Turbine T_u im Rahmen der Drehzahlschwankungen auf ihrer Leistungskurve hin und her, so daß auch die Leistung sich vorübergehend etwas vermindert.[1] Demgemäß wird also während der ganzen Betriebsdauer der Turbine T_u eine praktisch gleichbleibende Leistung an die Welle abgegeben, die wir als Grundbelastung bezeichnen. Es ist wichtig, diese mit der vorliegenden Entwicklung in Verbindung zu bringen, weil daraus hervorgeht, daß diese Grundbelastung eine zwangsläufige ist, wie auch die Drehzahl der Turbine T_u.

Etwaige Belastungsänderungen hat also die Turbine T_r zu übernehmen. Wir wollen deren Belastung Spitzenbelastung nennen. Durch die starre Verbindung der Turbine T_r mit Turbine T_u arbeiten dann beide zusammen wie eine einzige Maschine, bei welcher sich die Regulierfähigkeit auf einen Teil ihrer Organe beschränkt. Dies hat zunächst zur Folge, daß bei Entlastungen der Anlage unter einen gewissen Mindestbetrag die Regulierturbine T_r vollständig ausgeschaltet wird, so daß der Betriebszustand bei den Turbinen zusammen nur noch von Turbine T_u abhängt.

Wir betrachten zunächst den Uebergangszustand, bei welchem Turbine T_r selbst keine Arbeit nach außen (Bremsleistung) mehr abzugeben vermag. Turbine T_u muß ferner die Leerlaufarbeit der Turbine T_r ganz mitübernehmen von der Leitschaufelöffnung an, bei welcher Turbine T_r dieselbe nicht mehr selbst aufzubringen vermag. Es gibt nun eine bestimmte Leistungskurve der Turbine T_r, deren Leerlaufdrehzahl n_L mit der normalen Drehzahl n der Anlage übereinstimmt. Wir wollen die dieser Leistungskurve zugehörige Leitschaufelöffnung mit a_L bezeichnen. Ist diese durch die Tätigkeit des Reglers auf „Schließen" erreicht, so vermag die Turbine T_r bei der normalen Drehzahl n eben noch die eigene Leerlaufarbeit N_L aufzubringen. Bei weiterem

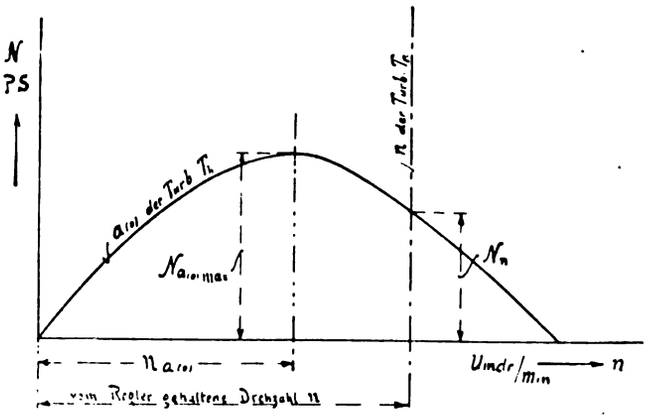


Abbildung 2.

Schließen der Leitschaufeln würde die Leerlaufdrehzahl der Turbine T_r niedriger sein als das normale n, und wenn wir uns die Leistungskurve über die Leerlaufdrehzahl hinaus fortgesetzt (extrapoliert), auf der Leistungskurve die Leerlaufarbeit N_L addiert denken (Abb. 2), so würde ein Teil der Leerlaufarbeit N_L der Turbine T_r negativ auftreten und die Turbine T_u dementsprechend belasten. Eine solche Belastung ist natürlich nur möglich, solange die von der Anlage geforderte Gesamtleistung nicht größer ist als $N_{u/max.}$, und solange eine Mehrleistung gefordert wird, läßt eben der Regler der Turbine T_r ein so weitgehendes Schließen der Leitschaufelöffnungen nicht zu.

Wir wollen uns darüber klar sein, daß von der Leitschaufelöffnung n_L an bei weiterem Schließen der Leitschaufeln zu der eigentlichen Leerlaufarbeit noch eine zusätzliche Leerlaufarbeit N_{Lz} der Turbine T_r hinzukommt, die dadurch entsteht, daß die Turbine T_u die Turbine T_r mitschleppen muß, um sie auf normale Drehzahl n zu bringen. Diese Arbeit N_{Lz} wird je nach Umständen verschieden sein. Solange die

[1]) Diese Darstellung ist anschaulich und vielleicht theoretisch richtig, solange die Trägheit der Wassermasse nicht berücksichtigt wird. Diese wird zur Folge haben, daß die Schwingungen der Drehzahl der Turbine sich nicht in vollem Ausmaß auf die in Bewegung befindliche Wassermasse übertragen, so daß diese Schwingungen nach einem anderen Gesetz ausführt (verminderte Amplitude, Phasenverschiebung). Für die obigen Betrachtungen sind diese sekundären Erscheinungen aber ohne Bedeutung.

Digitized by Google

Leitschaufeln noch nicht völlig geschlossen sind, wird eine gewisse Pumparbeit in Betracht kommen, die der Differenz $n - n_L$ der Drehzahlen n und n_L sowie der Differenz der am Laufradeintritt und -austritt herrschenden Ueberdrücke (der Laufraddruckhöhe), schließlich auch der Leitschaufelöffnung selbst und dem dadurch bedingten Reibungswiderstand für den Wassertransport und der damit zusammenhängenden Wasserfördermenge entspricht. Ist die Leitschaufelöffnung Null geworden, so wird auch die durch die Pumparbeit geförderte Wassermenge und desgleichen die Pumparbeit selbst zu Null, und es mag als zusätzliche Leerlaufarbeit nunmehr nur noch ein gewisser Wasserreibungswiderstand in Betracht kommen, der von dem im Laufrad zurückgebliebenen Wasser herrührt (bei vollständig im Unterwasser laufenden Laufrad ist dieser Wasserrest gleich der vollen Laufradfüllung). Es verbleibt also schließlich eine gewisse Mindestleerlaufarbeit, welche die Turbine T_u mit übernehmen muß.

In dem Augenblick, in welchem die Turbine T_u eben diese Mindestleerlaufarbeit der Turbine T_r mit übernommen hat, besteht also ein Gleichgewichtszustand nach der Beziehung

$$N_{u/max.} = N + N_{Lz/min.}$$

wobei N die von der Anlage geforderte, nach außen abzugebende Leistung ist (Abb. 2). Tritt nunmehr eine weitere Entlastung ein auf zum Beispiel den Betrag N_1, wobei in N_1 die Beträge N_L und N_{Lz} mitenthalten sein mögen, so entsprechen dieser Leistung N_1 zwei Punkte der Leistungskurve der Turbine T_u, nämlich die Punkte A und B in Abb. 2. Man sieht, daß bei einer solchen weiteren Entlastung die normale Drehzahl n nicht mehr eingehalten wird, sondern daß eine andere Drehzahl n_A die niedriger, oder n_B, die höher ist als n, sich einstellen wird. Der Betriebszustand n_A ist auf die Dauer nicht möglich, da diesfalls sofort der Regulator der Turbine T_r in Funktion treten, deren Leitschaufeln öffnen und damit eine Leistungserhöhung einstellen würde, was eine rasche Erhöhung der Drehzahl zur Folge hätte, und da der Ueberschuß an Leistung (bzw. an Drehmoment) sofort zu einer weiteren Erhöhung der Drehzahl über die normale n hinaus die Folge wäre, würde ein Durchgehen der Turbinen eintreten, wodurch einerseits wieder eine Leistungsabnahme, andererseits ein Infunktiontreten des Reglers zustande käme, die auf Schließen, also ebenfalls auf Leistungsminderung wirken würde. Dadurch käme rasch der neue Leistungsbedarf N_1 zustande unter Einhaltung der Drehzahl n_B. Aber auch die Turbine T_u, welcher an sich bei einer zur Verfügung stehenden Wassermenge Q und einem Gefälle H eine maximale Leistung $N_{max.}$ entspricht, hat das Bestreben, diese Leistung zu erreichen und, soweit diese nicht abgenommen wird, durchzugehen, also den Zustand mit n_B herzustellen. Der Regler kann also nach Erreichen des durch obige Gleichung charakterisierten Grenzzustandes bei weiterer Entlastung der Anlage zur Erhaltung der normalen Drehzahl n nichts mehr beitragen, er wird überflüssig.

Es ergibt sich daraus die Forderung, die nicht regelbare Turbine T_u, welche die Grundbelastung der Anlage aufzunehmen hat, möglichst kleiner als die kleinste in Betracht kommende Belastung der Anlage zu wählen, damit zur Erhaltung der normalen Drehzahl der Anlage der Regler der regelbaren Turbine dauernd in Tätigkeit bleiben kann. Dies gilt, soweit die Anlage nur so gestaltet werden kann, daß regelbare und nicht regelbare Turbine ein untrennbares Ganzes bilden. Auch aus den mit der Beaufschlagung sich ändernden Wirkungsgraden ergeben sich weitere Einschränkungen, die jedoch nicht mehr unmittelbar in den Rahmen der vorliegenden Betrachtungen fallen und die deshalb an anderer Stelle behandelt werden sollen.

Können jedoch geregelte und nicht geregelte Turbinen voneinander getrennt werden, so wird man zweckmäßig anders verfahren und dafür Sorge tragen, daß bei Eintreten eines Belastungsbedarfes, der unter der Grundbelastung, d. h. unter der größten der nicht regelbaren Turbine liegt, die regelbare Turbine allein arbeiten kann, und dann gilt umgekehrt für diese die Regel einer Mindestbelastungsfähigkeit in der Größe der Grundbelastung, d. h. die Reglerturbine muß den ganzen Leistungsbereich unterhalb der Grundbelastung allein beherrschen können. (W. 211)

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Das dynamische Grundgesetz in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen des Wassers in Flüssen" von Bauamtmann van Rhsum in Heft 7, S. 70, ist die Abbildung 10 versehentlich verkehrt eingestellt worden. Die Abbildung ist um 180° gedreht zu denken, so daß die Kurve von links unten nach rechts oben ansteigt.

Rundschau

Wasserbau

Schwere Rammbären für das Rammen großer Pfähle. Im Engineering News Record vom 22. 5. 24 wird über interessante Beobachtungen berichtet, die sich bei Proberammungen für einen Hafendamm ergaben. Bei den vor der Bauausführung mit einem 5000 englisch Pfund schweren Rammbär und 0,90 m Fallhöhe gerammten Probepfählen ergaben die nach der Rammformel berechneten Tragkräfte bedeutend größere Werte als für die an derselben Stelle mit einem 7500-Pfund-Bär und 1,0 m Fallhöhe gerammten bleibenden Betonpfähle. Man fand, daß dieser Widerspruch in erster Linie auf das verschiedene Bärgewicht zurückzuführen war, was noch dadurch bewiesen wurde, daß ein mit dem leichten Bär gerammter bleibender Pfahl dieselben Ergebnisse lieferte wie die Probepfähle.

Die Gründung des Hafendammes bestand aus quadratischen Betonpfählen von 45 cm Seitenlänge ohne Anzug und etwa 27 m Länge. Der Baugrund bestand bis zu 10—15 m unter Wasserspiegel aus Schlamm, darunter aus festem blauem Ton bis zu —30 m, worauf Sand und Kies folgten.

Die hölzernen Probepfähle wurden in den Abmessungen der Betonpfähle ausgeführt und in der beschriebenen Weise gerammt. Die erhaltenen Kurven der in den verschiedenen Rammtiefen berechneten Tragfähigkeiten beanspruchten wegen der überraschenden Zahlenwerte und der großen Unregelmäßigkeiten Interesse. Besonders bemerkenswert ist, daß nach jeder Pause im Rammen stets ein erheblicher

Digitized by Google

Abfall der Kurve zu verzeichnen ist. Die maximalen errechneten Werte ergaben sich etwa zu 90 t. Die Berechnung geschah nach der Formel: $P = \frac{2 \cdot W \cdot h}{s\left(1+0{,}3\right)\frac{w}{W}}$ hierbei bedeutet W das Bärgewicht, w das Pfahlgewicht (23600 Pfund), h die Fallhöhe in Fuß und s die Eindringtiefe für einen Schlag in Zoll. Bei den mit dem 7500-Pfund-Bär gerammten Betonpfählen ergaben sich ungefähr nur halb so große Werte, auch zeigten die Kurven weniger Unregelmäßigkeiten. Die Schlußfolgerung, daß also der schwere Bär die Uebertreibung der errechneten P-Werte herabmindert, wird durch folgende Ueberlegung unterstützt:

Die Pfähle sind bis ∿ — 32 m in Ton eingebettet und es ist jeweils ein gewisses Maß des Setzens des Pfahles erforderlich, um dieses tragende Medium in einen gespannten oder elastisch deformierten Zustand zu versetzen. Die Elastizität von Bär, Rammhaube, Pfahl und Ton verbraucht bei jedem Schlag einen Teil der Energie, da alle erst einen gewissen Grad der Spannung erreicht haben müssen, ehe der Pfahl unter Verdrängung des Bodens wirklich anziehen kann. Nur der Rest der Energie also, der nach Erzeugung der größtmöglichen elastischen Formänderung des Tones noch verbleibt, ist für das Verdrängen und Verdichten des Bodens verfügbar.

Ist der Schlag getan, so strebt die in der elastischen Formänderung aufgespeicherte Energie danach, sich in einem Zurückprellen des Pfahles auszuwirken. Ist nun die Seitenreibung bei den Pfählen groß, wie es besonders bei Holzpfählen, die sich auf ihrer ganzen Länge verjüngen, der Fall ist, so wird ein großer Teil des Rückprellens aufgehalten und der elastische Spannungszustand im Ton wird dementsprechend nicht gelockert. Dies hat aber zur Folge, daß bei den aufeinanderfolgenden Schlägen ein großer Teil der Verlustenergie nicht benötigt wird. Je nachdem sich nun dieses Zurückprellen auswirkt oder nicht auswirkt, ergeben sich für gleiche Schläge und sonst völlig gleiche Verhältnisse kleinere bzw. größere Eindringtiefen und somit verschiedene Größen von P, wodurch also der Wert der Rammformel wesentlich herabgemindert wird.

Wie groß der Einfluß dieses in der elastischen Deformation verbrauchten Energieanteiles ist, und inwiefern hier das Bärgewicht eine Rolle spielt, sei an einem Zahlenbeispiel erörtert. Wenn 75 v. H. der Energie eines Schlages für die elastische Deformation und also nur 25 v. H. für das wirkliche Eindringen des Pfahles durch Bodenverdichtung und -Verdrängung verbraucht werden, so gibt die Rammformel einen vierfach zu großen Wert, da ja in der Formel für 5 nicht der beobachtete Wert einzusetzen wäre (wie es tatsächlich geschieht), sondern nur 25 v. H. dieses Wertes, da nur diese auf die Tragfähigkeit Einfluß haben! Wird derselbe Pfahl mit einem doppelt so schweren Bär gerammt, so beträgt der Energieverlust für die elastische Deformation (die ja die gleiche bleibt) nur 37½ v. H. der Schlagenergie und die Rammformel liefert in diesem Falle nur einen 1,6fach zu großen Wert, weil jetzt 62½ v. H. von 5 tatsächlich als wirksam einzusetzen wären. Der Einfluß der elastischen Formänderung bewirkt also in dem angenommenen Fall, daß die errechnete Tragfähigkeit beim leichten Bär 2,5 mal größer ist als beim schweren Bär.

Hieraus erklären sich erstens die großen Unterschiede der P-Werte der Probepfähle und der Betonpfähle, und zweitens die größere Stetigkeit der mit dem 7500-Pfund-Bär errechneten Kurven. Auch der starke Abfall der Kurven nach längeren Pausen findet seine Erklärung in dem allmählichen Nachlassen des Spannungszustandes der elastischen Formänderung, was beim Wiederbeginn der Arbeiten einen neuen Energieverlust bedingt.

Die Ausführungen zeigen, daß große Unregelmäßigkeiten beim Rammen, sofern sie nicht in der Natur des Untergrundes bedingt sind, ihre Ursache in einem zu leichten Bärgewicht haben können. Wegen Einzelheiten wird auf die angegebene Quelle verwiesen. (W. 448.)

Modellversuche über die Niagarafälle. Das stete Zurückwandern der Fälle und die Frage der Wasserentnahme für Kraftzwecke veranlaßte die Kommission für den St. Lorenzfluß, Modellversuche an einem im Freien eingebauten Modell (Abb. 1) von 30×37 m anzustellen, welche im Juni 1924 erstmals gezeigt wurden. Der Wasserkreislauf wird durch

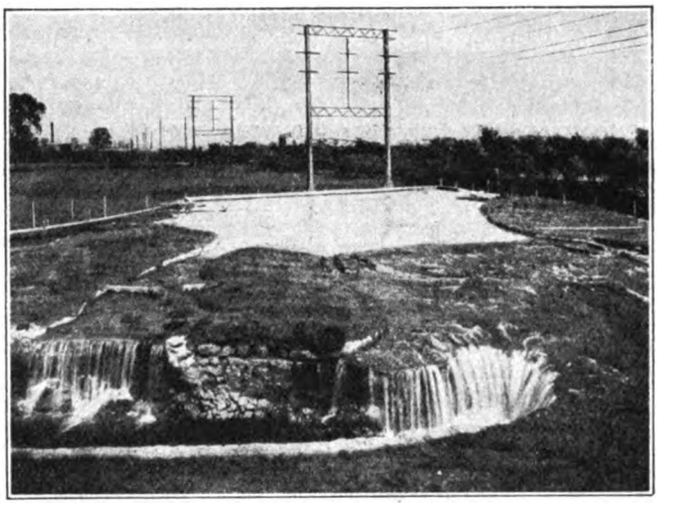


Abb. 1. Modell der Niagara-Fälle.

eine Pumpe besorgt, die Wasserableitungen für Kraftzwecke sind im Modell angebracht. Verschiedene Einbauten, wie Grundschwellen, Inseln, lassen sich bedarfsweise einsetzen. Mit den verschiedenen Einbauten wurde der Einfluß der Wasserverteilung auf die beiden Hälften des Falles untersucht, um der amerikanischen Seite, welche immer wasserärmer wird, infolge der Eintiefung der kanadischen Fälle, den Wasserzufluß sicherzustellen. (W. 731.)

Wasserkraftanlagen

Das Stuibenbach-Werk der Gemeinde Oetz in Tirol ist im Ausbau so weit vorgeschritten, daß dessen Eröffnung im April 1926 zu erwarten ist. Der Stuibenbach mit einer Gefällsstufe von rund 400 m und einem Winterniederwasser von 300 l/sec sollte ursprünglich seitens der Bundesbahnen durch Aufspeicherung in den 2300 m hoch gelegenen Finstertaler Seen mit 800 m Gefälle erfolgen; jedoch wurde dann das Spullersee-Werk und Achensee-Werk vorgezogen. Ein weiterer Ausnutzungsplan als Hilfskraftwerk für den Bau des Westtiroler Großkraft-Werkes scheiterte gleichfalls, da der Bau des letzteren aus Geldmangel eingestellt wurde. Nunmehr hat die Gemeinde Oetz selbst den Ausbau in die Hand genommen und die unterste Stufe mit 370 m

Digitized by Google

Gefälle begonnen. Eine 15 m hohe Gewölbesperre zwischen den Wänden einer nur 4 bis 6 m breiten Klamm schafft einen Stauraum von 7000 m³ und gestattet eine konstante Ausnutzung von 500 l/sec entsprechend 1800 PS. Zur Schotterabfuhr dient eine Sperre mit Abführungsstollen, der kürzlich durchschlagen wurde. Bis zur Fertigstellung der Talsperre erfolgt die Wasserentnahme aus dem Wasserbecken vor der Schottersperre mittelst eines Hebers. Die Druckleitung besteht aus einem rund 200 m langen Rohrstollen und einer 1200 m langen Rohrleitung im Erdboden von 400 mm Durchmesser mit Phönix-Schweißmuffen. Das Kraftwerk an der Mündung des Stuibenbaches in die Oetztaler Ache neben der Teufelsschmiede, das Ende 1925 unter Dach gekommen ist, enthält zunächst einen Maschinensatz von 400 PS; ein zweiter Maschinensatz von 1000 PS wird in Kürze folgen. Die Anlage versorgt mit 5000 V Oetz und mit 15 000 V Roppen und Imst, später Nassereith. Die Anlage wurde vom Ingenieurbureau Posch und Handel, Innsbruck, entworfen und geleitet. (W. 684).

Bahnelektrisierung.

Die deutschen Bahnkraftwerke für den Betrieb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (ohne die Kraftwerke privater Bahnen) waren im Jahre 1925 (nach Wechmann, Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft[1]) folgende:

Kraftwerk	Eigentümer	installierte Leistung kW	erzeugter Strom	Übertragungs-Spannung kV	Jahres-Arbeit Mio kWh
1. mit Wasserkraft:					
Walchensee-Werk	Walchenseewerk A.-G.	42 600	E. 16²/₃	110	27,67
Aufkirchen	Mittlere Isar A.-G.	16 800	E. 16²/₃	110	
Eitting	„ „ „	8 400	E. 16²/₃	110	
Saalachwerk	D. R. G.	4 800	E. 16²/₃	15	
Gartenau	D. R. G.	600	Gl.	1	
Whylen a. Rh.	Kraftübertragungs-Werke Rheinfelden	Strombezug 4 000	Dr. 50	6,8	7,02
Summe 1.	Wasserkraft:	77 200			34,69
2. mit Kohle:					
Mittelsteine	A. E. G. u. S. S. W.	24 000	E. 16²/₃	80	40,10
Muldenstein	D. R. G.	16 500	E. 16²/₃	60	27,95
Klingental i. S.	Städt. E. W.	Bezug	Gl.	0,65	?
Altona	D. R. G.	19 750	E. 25	30	32,54
Berlin-Moabit	Berliner El.-Werke A.-G.	Bezug	Dr. 50	30	12,21
Berlin-Schönebg.	E. W. Südwest A.-G. Berlin	Bezug	Gl.	0,5	
Summe 2.	Kohle:	60 250			112,80

Der scheinbare Widerspruch, daß trotz größerer installierter Wasserkraftleistung die Wasserkraftarbeit bisher nur rund 31% der Kohlenarbeit ausmacht, liegt neben der erst teilweisen Ausnutzung der Wasserkraftwerke infolge der schrittweisen Betriebsaufnahme des bayerischen Netzes und des noch nicht vollendeten Streckenausbaues in der Eigenschaft des Walchenseewerkes als Spitzenkraftwerk. Nach Vollendung der ersten Ausbaustufe in Bayern wird sich die installierte Wasserkraftleistung auf rund 85 600 kW und die Wasserkraft-Jahresarbeit auf 60—70 Millionen kWh belaufen. (W. 698.)

[1]) Elektrische Bahnen, 1925. H. 1, Seite 1–6.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Bahnelektrisierung. Elektrisierung der Oesterr. Bundesbahnen. A. Arlberg- und Salzkammergutlinie. — Siemens-Zeitschr. 1925, H. 8, S. 321—330, mit 24 Abb. — (Kurze Beschreibung des Spullerseewerkes, der Fahrleitungen und Lokomotiven der Arlberglinie, sowie der Salzkammergutstrecken). —

— Technische und wirtschaftliche Ergebnisse der elektrischen Zugförderung. Von Usbeck. — Elektr. Bahnen, 1925, H. 10, S. 357—362, mit 2 Abb. — (Auf Grund der Betriebserfahrungen bei den schlesischen Bahnen wird die Kohlenersparnis (Wärmeersparnis 60 %, Kohlenkostenersparnis 77 %), die erhöhte Jahresleistung der Ellok. (100 %), Erhöhung der Zuglast (31 % Lok.-Ersparnis), die Minderung der Personalkosten (47 %), der Unterhaltungskosten; allgemeine Folgerungen).

— Die elektrische 1C + C1-Lokomotive der norweg. Staatsbahn für die Erzförderung auf der Strecke Riksgränsen—Narvik. Von Dipl.-Ing. Reinhardt. — Siemens-Zeitschr. 1925, H. 11, S. 478—483, mit 9 Abb. — (Beschreibung der 132,7 t schweren Doppellok. von 21 m Länge mit Nutzbremsung). —

— Les grands Travaux d'Electrification des Chemins de fer français. (Die großen Elektrisierungsarbeiten der französischen Bahnen). Von Sylvestre. — La Louille blanche, 1925, H. 107/108, S. 185—188, mit 2 Zahlentafeln. — (Die Teil-Elektrisierung des Orléans-Netzes: Entwicklung, Energieversorgung mit Drehstrom 90, 150 und später 200 kV aus den Landesnetzen über 5 Haupttransformatorenstationen mit Synchron-Phasenschiebern und Umformung auf 1500 V Gleichstrom in 22 Umformerwerken. Mittl. Bedarf 30 000 kW = 135 kW/km. — Der erste Abschnitt der Elektrisierung des K. L. M.-Netzes: 3000 km Streckenlänge, 75 000 kW voller mittl. Bedarf, dzt. 30 000 kW; Stromversorgung. — Kurze Angaben über das Fahrmaterial mit Triebwagen und Lokomotiven bis zu 3600 PS Stundenleistung). —

Wasserkraftanlagen. L'utilizzazione del torrente Orba in Comune di Molare du parte della S. Officine Ellettriche Genovesi. — L'energia elettrica, 1925, H. 12, S. 1178—1219 und 1926, H. 1, S. 8—48 mit 126 Abb. — (Eingehende Beschreibung der Wasserkraftanlage an der Orba: hydraulische Grundlagen, Wasserfassung, Druckstollen, Rohrleitung, Kraftwerk: H = 90—100 m, 2 Gruppen je 12 000 PS bei n = 500 mit ganz geschlossenen Generatoren 14 000 kVA; Ausgleichbecken mit Schwergewichtsmauer und 12 Heber-Ueberläufen längs der Krone. Bauliche Einzelheiten. Absperrvorrichtungen an den Einläufen. Doppel-Spiralturbinen je 12 000 PS; 110 m; 500 Umdr. mit Generatoren 12 000 kVA, 6000 V Schaltanlage. Selbsttätige Regelung des Abflusses ins Unterwasser mit schwimmer-betätigten Segmentschützen und Ventilen). —

— Experimentella undersökningar över stabiliteten vid samkörning av kraftverk. (Experimentelle Untersuchungen über das Zusammenarbeiten von Kraftwerken). Von Ing. Lundholm. — Teknisk Tidskrift, Elektroteknik, 1925, H. 1, S. 9—12, mit 6 Abb. —

Digitized by Google

(Versuche zwischen dem Trollhättan- und Aelvkarleby-Werk über die Stabilität des Parallelbetriebes und den Einfluß der Turbinenregelung, die Netze von 25 und 50 Per. über Doppelgeneratoren in Trollhättan gekuppelt. Elektrische Dämpfung und Dämpfung der Turbinenregler). —

— Allmänna tekniska synpunkter vid samkörning av kraftverk. (Allgemeine techn. Gesichtspunkte über das Zusammenarbeiten von Kraftwerken). Von Prof. Lindström. — Teknisk Tidskrift, Elektroteknik, 1926, H. 1, S. 1—4, mit 12 Abb. — (Untersuchungen über das unmittelbare synchrone Parallelarbeiten von Kraftwerken gleicher Frequenz und das mittelbare Parallelarbeiten von Netzen verschiedener Frequenz über mechanisch gekuppelte Generatoren; asynchrone Kupplung über Asynchron-Synchron-Umformer; Regelungs-Vorschläge). —

— Das Wasserleitungskraftwerk Gaming der Gemeinde Wien. Von Ing. Kuhn. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 3, S. 47—62, mit 19 Abb. — (Eingehende Beschreibung der 28 Mio kWh jährl. nach Wien liefernden Anlage in der Hochquellenleitung: Baueinrichtungen; Stollen 9 km lang mit Entlastungskammer zur unmittelbaren Ueberleitung in die alte Wasserleitung, Kanalbrücke, Wasserschloß mit Rohrbruchsicherung und Entlastungsleitung aus 825 mm Holzdaubenrohr, 411 m lang; Kraftwerk: 2 Spiralturbinen je 188 m Gef., 2260 l/sec, 5050 PS, 1000 n, Synchronauslaß, Wasserwiderstand mit Fernsteuerung und Abluftheizung; Freiluftschaltanlage 110 kV; die Betriebsführung zur ununterbrochenen Wasserversorgung Wiens. Fernleitung. Freiluftschaltanlage Gresten). —

— Das Kraftwerk Mühlhausen a. d. Enz. Von Prof. Eberhardt. — Die Bautechnik, 1925, H. 49, S. 687 bis 691, mit 12 Abb. — (Beschreibung des eine Flußschleife abschneidenden Kraftwerkes mit 135 m langen Stollen von 11,4 m²; überbautes Schützenwehr 2×12 m weit; Gef. 7 m, 3 horiz. Zwillingsturb. von je 7,5 m³/sec und 250 Umdr., Vorsehung späteren Pumpenspeicherbetriebes). —

— Impressioni di un costruttore dalla visita ad opere e lavori specialmente per l'utilizzazione delle acque negli Stati Uniti d'America e nel Messico. (Eindrücke eines Konstrukteurs vom Besuch bei Anlagen und Arbeiten zur Wasserkraftnutzung in den U. S. A. und Mexiko. Von Toscani. — L'energia elettrica, 1925, H. 10, S. 1008—1025, mit 21 Abb. — (Darstellungen einzelner Anlagen und Baustellen: die Pacoima-Sperre, die Exchequer-Sperre, die Necaxa-Anlagen). —

— Wasserkraftanlagen in Mittelamerika. Von Füllsack. — A. E. G.-Mitteilungen 1926, H, 2, S. 56 bis 58, mit 4 Abb. — (Kurze Angaben über ausgeführte Anlagen, worunter Pillaro in 3000 m ü. d. M. mit 106 PS, Ambato in 2600 m ü. d. M., Tagesspeicheranlage am Rio Samalá mit 14 000 PS und 190 000 m³ Stauinhalt bei 108 m Gefäll). —

Wasserkraftmaschinen. Anwendungsgebiet und Einbaumöglichkeiten der Kaplan-Turbine. Von Ing. Fabritius. — Techn. Rundschau und Anzeiger, 1925, H. 3, S. 23—26, mit 11 Abb. — (Grenzen des Anwendungsgebietes nach unten, Nomogramm für den annähernden Laufraddurchmesser. Darstellung verschiedener ausgeführter Storek-Kaplan-Anlagen horizontaler und vertikaler Bauart, darunter Nimburg und Görz (1000 PS) mit Schnittzeichnungen).

— Ueber die Zusammenschaltung von Wasserturbinen. Von Prof. Thomann. — Schweiz. Bauztg., 1925, Bd. 87, H. 5, S. 55—58, mit 3 Abb. — (Zeitpunkt der Zu- und Abschaltung zweier Turbinen verschiedener Leistung und verschiedener spezif. Drehzahl, Garantiefragen hieraus: die günstigste Verteilung der Beaufschlagung auf zusammenarbeitende Turbinen an Hand graphischer Ermittelung; Sonderfälle; Verallgemeinerung auf mehr als 2 Einheiten und auf andere Maschinen). —

— Bestimmung des Wirkungsgrades einer Francis-Hochdruckturbine. Engineering News Record Vol. 96, Nr. 1 v. 7. Jan. 1926, S. 18/19. (Beschreibung der Versuche zur Feststellung der Wirkungsgrade einer 35 000-PS-Turbine mit senkrechter Welle der Oak Grove-Anlage der Portland Electric Power Co. Bei 270 m Nutzgefälle und 514 Uml./Min. Wirkungsgrade bis 91 %. Definition des Nutzgefälles nach den Versuchsvorschriften der Am. Society of Mechanical Engineers.)

— Die elektromagnetische Kupplung von Forster. Von Ing. Seeberger. — Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 87, H. 7, 89—91, mit 3 Abb. — (Verwendung dieser bis zu 25 000 PS bei 500 Umdr. gebauten Kupplung mit feststehender Wicklung an großen Periodenumformer- und Generator- bzw. Phasenschieber-Sätzen zum wahlweisen Betrieb).

— Ueber Regulierung und Regulatoren von Wasserturbinen. Von Ing. Dr. Kreitner. — Die Wasserwirtschaft, 1926, Heft 4, Seite 80—90, mit 10 Abbildungen. — (Grundlagen der Turbinenregulierung, Bremsregulierung, Wirkungsgradregulierung (z. B. gegenläufige Bewegung der Leit- und Laufradschaufeln), Gefälls- und Wassermengenregulierung, Laufradschaufel-Regulierung. Wesen und Bau der Regulatoren und deren Teile, Fernschwimmer-Einrichtung, Reguliergarantien.). —

— Wasserkraftmaschinen in alter Zeit. Von Ing. Kurzel-Runtscheiner. — Die Wasserwirtschaft, 1926, Heft 4, Seite 97—104, mit 12 Abbildungen. — (Der Zwang, die im Altertum billigste Muskelkraft zu ersetzen, führte auf die Ausnutzung der Wasserkräfte, Entwicklung der Wasserkraftmaschinen im Altertum und Mittelalter bis zum Beginn der Turbinen in eingehender Darstellung).

Eingegangene Bücher.

Lehrgang der Schaltungsschemata elektrischer Starkstromanlagen. Band II: Schaltungsschemata für Wechselstromanlagen von Prof. Dr. J. Teichmüller. 2. umgearbeitete und erweiterte Auflage. 180 S. 13 Abb. 29 Tafeln. München 1926. R. Oldenbourg. Preis geb. 22 M.

Inhalt: 1. Teil. Die Schaltungsschemata in systematischer Entwicklung: Die Erregung der Wechselstrommaschinen. — Die Synchronisierschaltungen. — Transformatorschaltungen. — Spannungsregelung, Pufferung in Wechselstromanlagen. — Umformerschaltungen. — Schaltung der Meßinstrumente in Einphasen- und Drehstromanlagen. — Ueberspannungen und Ueberströme. — Schienenanordnungen. — Normalschemata der Siemens-Schuckert-Werke. — 2. Teil. Schaltungsschemata ausgeführter Anlagen: Anlagen allgemeinen Charakters. — Anlagen besonderen Charakters (Umformerwerke). — Das Elektrizitätswerk der Stadt Frankfurt a. M. in geschichtlicher Entwicklung. — Einige Anlagen für besondere Zwecke.

Digitized by Google

Jahrbuch der hafenbautechnischen Gesellschaft. 7. Band, 1924. Verlag der hafenbautechnischen Gesellschaft e. V. 222 S. mit 110 Abb., 3 farbigen Tafeln und 4 farbigen Textblättern. Buchhändlerischer Vertrieb durch Boysen & Maasch, Hamburg 36, Preis geb. 25 M.

Hydraulische Probleme. Ein wissenschaftlicher Ueberblick. Vorträge auf der Hydraulik-Tagung in Göttingen am 5. und 6. Juni 1925. Herausgegeben vom Wissenschaftlichen Beirat des Vereins deutscher Ingenieure. DIN A 5, VIII/219 Seiten mit 165 Abbildungen. 1926. Preis gebunden RM. 22.50 (VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin).

Buchbesprechungen

Der Talsperrenbau. Von P. Ziegler, Regierungs- und Baurat zu Claustal. Dritte neubearbeitete Auflage, Band I, mit 337 Textabbildungen, VIII, 254 Seiten, Großoktav. Berlin 1925. Wilh. Ernst und Sohn. Preis geheftet 24.— RM., geb. 26.— RM.

Der Talsperrenbau hat seit dem Erscheinen der zweiten Auflage dieses Buches im Jahre 1911 eine rasche Entwicklung durchgemacht und vielerlei neue Impulse empfangen. Es braucht in diesem Zusammenhang ja nur auf die kühnen Staumauern und Staudämme insbesondere der Nordamerikaner hingewiesen zu werden. Diese Entwicklung hat naturgemäß auch neue Anschauungen und Gesichtspunkte, sowie neue Arbeitsverfahren für den Talsperrenbau gebracht, die bislang nur zerstreut in der Fachpresse zu finden waren. Die Sammlung und kritische Sichtung dieses Materials im Zusammenhang mit der Umarbeitung der 3. Auflage des Zieglerschen Buches entsprach demnach einem Bedürfnis. Der Stoff ist dabei so angewachsen, daß sich die Spaltung in 2 Bände als notwendig herausstellte.

Der nunmehr vorliegende 1. Band behandelt in seinem 1. Hauptabschnitt (8 S.) die Gesichtspunkte für die Anlage großer Wasserkraft- und Wassersammelanlagen. Die 236 Seiten des 2. Hauptabschnittes dienen der Besprechung der Talsperren aus Erde und losem Steinmaterial. Im Rahmen dieser Besprechung ist es natürlich nicht möglich, eingehender auf die Fülle des gebotenen Stoffes einzugehen; es mag statt dessen der Hinweis auf die Hauptkapitel genügen.

Zunächst behandelt der Verfasser die Frage des Dammmaterials, sowie der Gründungsfläche von Dämmen, dann die Dammdichtung. Nach einem kurzen interessanten Hinweis auf das Verhalten der Dämme bei Erdbeben wendet sich der Verfasser den wasserwirtschaftlichen Anlagen des Oberharzes zu, erörtert die Aufhöhung der Erddämme und kommt dann ausführlich auf die Entnahmevorrichtungen und Hochwasserüberfälle zu sprechen. Eine große Zahl von Beispielen ausgeführter Anlagen, wobei gerade die neueren englischen und amerikanischen Staudämme eine besonders starke Betonung finden, mit zum Teil sehr guten Abbildungen ergänzt den teilweise fast zu knapp gefaßten Text. Die Ausstattung durch den Verlag ist mit Ausnahme der unzureichenden textlichen Beschreibung einiger Abbildungen gut.

(W. 715). Dr.-Ing. Otto Streck, München.

Vereine — Versammlungen.

Der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband e. V. veranstaltet am 19. April nachmittags 5 Uhr im großen Saale des Ingenieurhauses, Berlin NW. 7, Friedrich-Ebertstraße 27, eine Vorführung des von der Siemens-Bau-Union vom Bau der Schwarzenbachtalsperre im Schwarzwald aufgenommenen Films mit Erläuterungen von Herrn Dipl.-Ing. von Rössing, Berlin. Der Eintritt zu dieser lehrreichen Veranstaltung ist jedermann gestattet und kostenlos.

Deutsche Patentschau,

Gesetz über die patentamtlichen Gebühren vom 26. März 1926.

Artikel II.

1. § 8 Abs. 2 des Patentgesetzes (Reichsgesetzblatt 1923 II S. 437) erhält folgende Fassung:

Zusatzpatente (§ 7) sind von den Gebühren für das zweite und jedes folgende Jahr der Dauer des Patents ausgenommen. In den Fällen des § 7 Abs. 2 tritt jedoch, sobald die Gebührenzahlung für das Hauptpatent fortfällt, für das selbständig gewordene Zusatzpatent die Gebührenpflicht ein, wobei sich der Fälligkeitstag und der Jahresbetrag der Gebühr nach dem Anfangstage des bisherigen Hauptpatents bestimmt.

Gebührentarif.

Es beträgt die Gebühr:

	Reichsmark
I. Bei Patenten:	
1. für die Anmeldung (§ 20 Abs. 3 des Patentgesetzes)	25
2. a) für das 1. Patentjahr (§ 24 Abs. 1)	30
b) „ „ 2. „ (§ 8 „ 1)	30
c) „ „ 3. „ (§ 8 „ 1)	30
d) „ „ 4. „ (§ 8 „ 1)	30
e) „ „ 5. „ (§ 8 „ 1)	50
f) „ „ 6. „ (§ 8 „ 1)	75
g) „ „ 7. „ (§ 8 „ 1)	100
h) „ „ 8. „ (§ 8 „ 1)	150
i) „ „ 9. „ (§ 8 „ 1)	200
k) „ „ 10. „ (§ 8 „ 1)	300
l) „ „ 11. „ (§ 8 „ 1)	400
m) „ „ 12. „ (§ 8 „ 1)	500
n) „ „ 13. „ (§ 8 „ 1)	600
o) „ „ 14. „ (§ 8 „ 1)	700
p) „ „ 15. „ (§ 8 „ 1)	800
q) „ „ 16. „ (§ 8 „ 1)	900
r) „ „ 17. „ (§ 8 „ 1)	1000
s) „ „ 18. „ (§ 8 „ 1)	1200
3. für die Einlegung der Beschwerde (§ 26 Abs. 1)	20
4. für den Antrag auf Erklärung der Nichtigkeit oder auf Zurücknahme oder auf Erteilung einer Zwangslizenz (§ 28 Abs. 4, § 11)	50
5. für die Anmeldung der Berufung (§ 33 Abs. 1)	150

Auch die bei Gebrauchsmustern und Warenzeichen zu entrichtenden Gebühren sind durch das neue Gesetz ermäßigt worden. (W. 735.)

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 25. 5. 1926.

84a, 3. B. 116 128. Berliner Actiengesellschaft für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg. Antrieb für Wehre mit drehbarem Aufsatz. 15. 10. 24.

84a, 3. D. 47 843. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-A.G. und Dr.-Ing. Ludwig Bosch, Wittelsbacherstr. 6, Dortmund. Versenkbare Eistafel für Rollschütze und Segmentwehre. 27. 4. 25.

42k, 7. P. 50 153. Charles Algernon Parsons, Newcastle-on-Tyne, Engl. Einrichtung zum Messen des Achsialschubs von umlaufenden Wellen. 28. 3. 25. Großbritannien 3. 4. 24.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 9 **München, 1. Mai 1926** **21. Jahrgang**

Ueber das Zusammenarbeiten von nicht regulierten Wasserturbinen mit regulierten Kraftmaschinen.

Von Dr.-Ing. Victor Mann, Cassel.

(Fortsetzung aus H. 8, S. 90)

Wir kommen zu einer dritten Möglichkeit, derjenigen, daß an Stelle der nicht regulierten Turbine eine von Hand regelbare tritt, wodurch die Grundbelastung veränderlich und von Hand einstellbar gemacht wird. Bezeichnen wir hier die Leitschaufelöffnungen der von Hand regulierbaren Turbine T_h, bei welcher der Scheitel der Leistungskurve mit der normalen Drehzahl n zusammenfällt, als die normale a_n, so bietet der Fall, daß Turbine T_h bei Leitschaufelöffnung a_n mit Turbine T_r zusammenarbeitet, gegenüber dem bisher Gesagten nichts Neues.

Wir wenden uns dem Fall zu, daß Turbine T_h bei einer kleineren als der normalen Leitschaufelöffnung, nämlich bei $a_{(o)}$, mit Turbine T_r zusammenarbeitet. Man denke sich diesen Fall dadurch entstanden, daß der Leistungsbedarf der Anlage kleiner geworden ist, als der maximalen Leistung der Turbine T_h bei a_n entspricht, oder daß bezüglich der Leistungskurve bei Oeffnung a_n die Bedingung der obigen Gleichung überschritten ist und daß dementsprechend durch die Handregulierung ein kleineres $a_{(o)}$ eingestellt wurde. Dann haben wir (es ist der besseren Anschaulichkeit wegen angenommen, daß Turbine T_h und T_r ohne Uebersetzung gekuppelt sind) den Fall der Abb. 3. Das Besondere dieses Falles ist die Drehzahlunstimmigkeit der Turbine T_h bei höchster Leistung $N_{a(o)/max.}$ und der Reglerturbine T_r. Während Turbine T_h bestrebt ist, die größtmögliche Leistung $N_{a(o)/max.}$ bei der Drehzahl $n_{a(o)}$ abzugeben, ist sie durch die Kupplung mit Turbine T_r gezwungen, deren Drehzahl

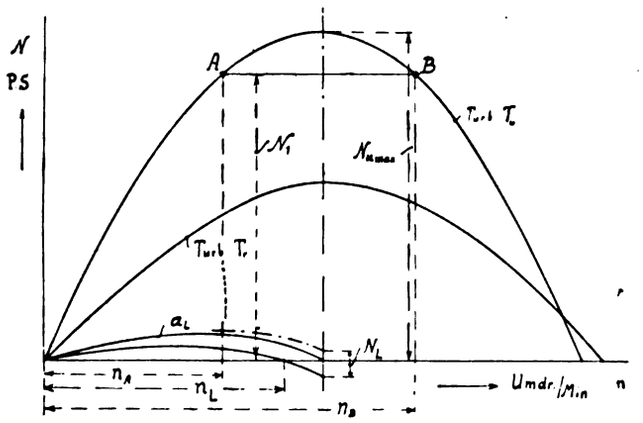


Abbildung 3.

n anzunehmen. Die Folge ist eine verminderte Leistungsabgabe der Turbine T_n im Umfang N_n, welcher Betrag bei dieser Leitschaufelöffnung konstante Grundbelastung bleibt. Diese verminderte Leistungsabgabe der Turbine T_h bei erzwungener Drehzahl hat zur Folge, daß die von Turbine T_n verarbeitete Wassermenge Q_h ihre Arbeit nicht mehr mit bestem Wirkungsgrad abgibt. Dies ist ohne Belang, solange die verfügbare Wassermenge nicht eine Leistungsabgabe bei bestem Wirkungsgrad erfordert, also ein gewisser Wasserüberschuß vorhanden ist. (Andererseits nimmt mit Zunahme der Drehzahl der Wasserverbrauch der Turbine etwas ab). Besagter Umstand wird jedoch von Bedeutung, wenn die verfügbare Wassermenge beschränkt ist, so daß auch bei bestem Wirkungsgrad die Leistung nur knapp gedeckt werden kann oder wenn Turbine T_h nicht mit einer Reglerturbine T_r, sondern mit einer anderen Zusatzkraft, etwa einer regelbaren Dampfmaschine, zusammenarbeitet, welche die Mehrleistung entsprechend dem verminderten Wirkungsgrad übernehmen muß und dementsprechend höhere Betriebskosten verursacht. Es dürfte also im allgemeinen zweckmäßig sein, die Grundbelastung möglichst hoch zu halten und der Reglerturbine einen möglichst kleinen Belastungsbereich zuzuweisen, dies wiederum jedoch unter Beachtung eines auch für die Reglerturbine günstigen Wirkungsgrades. Der oben erwähnte Grundsatz, die Grundbelastung nicht größer zu wählen, als die geforderte Mindestleistung beträgt, bleibt hier ebenfalls bestehen. Daß diese Forderung bei den meist wechselnden Betriebsverhältnissen auch an die Betriebsleitung gewisse Anforderungen stellt, ist selbstverständlich. Es dürfte sich daher als zweckmäßig erweisen, bei Turbinenlieferungen Leistungskurven, die auch Wassermengenlinien und Wirkungsgrade veranschaulichen, mitzuliefern, damit die Betriebsleitung in der Lage ist, sich von dem jeweiligen Betriebszustand ihrer Anlage wenigstens ein ungefähres Bild zu machen. Freilich dürfte dies nicht in allen Fällen möglich sein, schon weil nicht von allen gelieferten Turbinen Bremsergebnisse vorliegen.

Solange nun die Regulierturbine einen gewissen Anteil der Leistung übernimmt, ist auch gleichgültig, ob der Betriebszustand der Turbine T_h einem Punkt rechts oder links des Scheitels der Leistungskurve entspricht, da ja nunmehr die Drehzahl durch den Regler erzwungen wird.

Für das Zusammenarbeiten einer von Hand regelbaren

Digitized by Google

Turbine T_h mit einer automatisch regelbaren Turbine T_r hat man wegen der Veränderlichkeit der Grundbelastung der Turbine T_h entsprechend größeren Spielraum für die Dimensionierung der Reglerturbine als in dem erst besprochenen Fall des Zusammenarbeitens einer überhaupt nicht regelbaren Turbine T_u mit einer Reglerturbine T_r.

Die bisherigen Ausführungen entsprechen Betriebsverhältnissen bei normalem Gefälle H. Bei den meisten Wasserkraftanlagen ist das Gefälle im Laufe des Jahres mehr oder weniger veränderlich. Damit ändern sich dann auch die Betriebsverhältnisse der Turbinen, und zwar werden sämtliche Betriebsfaktoren durch die Gefälleänderung beeinflußt. Es ändern sich bekanntlich Wassermenge und Drehzahl proportional der Quadratwurzel aus dem Gefälle, die Leistung proportional der $^3/_2$ten Potenz aus dem Gefälle. Damit bekommt man für das geänderte Gefälle neue Leistungskurven, die dem Charakter nach sich zwar von denjenigen bei normalem Gefälle nicht unterscheiden. Da jedoch die Drehzahlen ebenfalls in besagter Weise beeinflußt werden, verschieben sich bei Gefälleverminderung die Scheitelpunkte der Leistungskurven gegen den Ursprung hin, während sie bei Gefällevermehrung von demselben abrücken. Der Regler vollzieht nun seine Aufgabe nach wie vor in der Weise, daß er auf die normale Drehzahl n einreguliert, was zur Folge hat, daß die Leistung sich aus Betriebszuständen ergibt, die nicht mehr den Scheitelpunkten der Leistungskurven entsprechen. Dies bedeutet, daß einmal nicht mehr die maximalen Leistungen herausgeholt werden können (bei mäßiger Gefälleänderung ist diese Einbuße an Leistung nicht erheblich), dann auch, daß die von den Turbinen geschluckten Wassermengen nicht mehr mit bestem Wirkungsgrad verarbeitet werden, der den Scheitelpunkten der Leistungskurven entsprechen würde. Inwieweit diese Einflüsse von erheblicher Bedeutung sind, soll einer andern Untersuchung vorbehalten bleiben. Hier sei nur dafür, daß sie gelegentlich erheblich werden können, der Fall des Zusammenarbeitens einer Wasserturbine mit einer Dampfmaschine erwähnt. Beide Maschinen waren an sich mit automatischer Regulierung versehen. Aus Gründen, die hier nicht erörtert zu werden brauchen, wurde eines Tages der automatische Regler der Turbine ausgeschaltet. In der Annahme, auf diese Weise die größte Leistung zu erzielen, wurde die Turbine von der Betriebsleitung mit ganz geöffneten Leitschaufeln wieder in Betrieb genommen. Nach einiger Zeit befriedigte die Leistungsangabe des kombinierten Maschinenaggregates nicht mehr. Die Indizierung der Dampfmaschine ergab nicht wesentlich Nachteiliges für diese. Dagegen stellte sich heraus, daß zu Zeiten der Wasserklemme die große Leitschaufelöffnung für die geringe Wassermenge zu groß war; das Wasser durchfloß die Turbine, ohne entsprechende Arbeit zu leisten. Die übergroßen Querschnitte verhinderten die Ausbildung und Erhaltung des zum Betrieb erforderlichen Gefälles. Am Einlauf der Druckrohrleitung (die Turbine arbeitete normal mit etwa 18 m Gefälle) stürzte das Wasser in diese hinein, ohne den vorhandenen Querschnitt auszufüllen. Erst in größerer Tiefe der Druckrohrleitung, wo die Abflußgeschwindigkeit geringer war als die erreichte Fallgeschwindigkeit, sammelte sich das Wasser zur Bildung eines Oberwasserspiegels. Das Gefälle reichte indes nicht aus, wie durch Versuche festgestellt wurde, der Turbine eine Leerlaufdrehzahl zu erteilen, die größer war als die vom Regler der Dampfmaschine erzwungene Drehzahl. Infolgedessen mußte sogar die Turbine von der Dampfmaschine mitgeschleppt werden, wodurch sich der hohe Kohlen- und Dampfverbrauch derselben erklärte.

Dieses Beispiel zeigt, daß der Gefälleregulierung beim Zusammenarbeiten von nicht regulierten Turbinen mit anderen Turbinen oder Kraftmaschinen erhöhte Bedeutung zukommt, und daß man unter Umständen gut tut, eine solche automatisch wirkend zu machen. — Auch die Verwendung von Hochwasserkränzen bei stark vermindertem Gefälle kann die hier bestehenden Schwierigkeiten zum Teil vermeiden oder vermindern.

Soweit der Betrieb des Werkes es zuläßt, kann man zur Erzielung wirtschaftlicher Arbeitsweise bei stark wechselndem Gefälle unter Umständen die vom Regler erzwungene Drehzahl veränderlich gestalten, wozu entsprechende Einrichtungen an modernen Geschwindigkeitsreglern vorgesehen sind.

Es wird indes auch der bestunterrichteten Betriebsleitung niemals möglich sein, ohne umständliche Vorbereitungen und Messungen, wie sie unter normalen Betriebsverhältnissen im allgemeinen nicht angängig sind, denjenigen besten Betriebszustand herzustellen, bei dem die verfügbare Wassermenge in einem solchen kombinierten Betrieb mit dem jeweils bestmöglichen Wirkungsgrad verarbeitet wird. Immerhin aber wird die Kenntnis der in vorliegenden Ausführungen geschilderten Einflußmomente der Betriebsleitung diese Aufgabe wesentlich erleichtern und wenigstens eine brauchbare Annäherung an den besten Betriebszustand ermöglichen.

(W. 121.)

Berichtigung.

In dem Aufsatz:

Die meteorologischen Ursachen der Tauflut

von Herrn Oberregierungsrat Dr. J. Haeuser auf Seite 81 des vorigen Heftes in Uebersicht 1 sind bedauerlicherweise einige Fehler unterlaufen, welche nachstehend durch richtige Wiedergabe der betreffenden Zeilen verbessert seien:

in Heinersberg (Vogtland)	am 25. XII.	45,5 mm	in 10 cm
„ Kleintettau (Frankenwald)	„ 25. XII.	159,1 mm	in 67 cm
„ Mosenberg (Fränk. Jura)	„ 25. XII.	12,1 mm	in 4 cm

Rundschau.

Energiewirtschaft.

Stand der Wasserkraftnutzung in der Schweiz Ende 1925.

Die Ausbauleistung aller schweizerischen Wasserkräfte Ende 1925 betrug rund 1,850 Mio PS, wovon entfallen

auf private und Genossenschaften	46%
Gemeinden	17%
kantonale und gemischtwirtschaftliche Betriebe	26%
Bund (Bundesbahnen)	11%

Die Mindestleistung dieser Werke betrug 520 000 PS. Die mittlere jährliche Zunahme der Ausbauleistung ist in dauern-

Digitized by Google

dem Steigen begriffen. An bemerkenswerten Inbetriebnahmen des Jahres 1925 sind zu erwähnen: Rempen und Siebnen (zusammen 102 500 PS), Chancy-Pougny (Schweizer Anteil 31 825 PS), Klosters (10 000 PS). Der Gesamtzugang des Jahres 1925 betrug 191 000 PS.

Im Ausbau begriffen Ende 1925 waren 267 000 PS, darunter Vernayaz der S.B.B. (111 600 PS), Handegg (100 000 PS). Mit diesen Zugängen steigt die installierte Leistung sämtlicher schweizerischer Wasserkraftwerke auf 2,117 Mio PS. In Vorbereitung befinden sich so, daß der Bau in kurzem in Angriff genommen werden kann, 1,042 Mio PS mit einer möglichen Jahresarbeit von 2,8 Mio kWh. (Alles nur Schweizer Anteile.) Darunter sind zu erwähnen die Werke Sufers-Andeer und Andeer-Sils (220 000 PS), Dogern (Schweizer Anteil 50 000 PS), Schwörstadt (Schweizer Anteil 50 000 PS.[1])

Im Jahre 1924 wurden 3465 Mio kWh erzeugt, gegenüber einer möglichen Ausbeute von 5,1 Mia kWh, (d. s. 68% Ausnutzungsfaktor gegenüber 60% des Vorjahres).

Ueber die Verwendung der Arbeit gibt folgende Aufstellung Aufschluß:

	Mio kWh	%
Licht, Kraft und Wärme	1988	57,4
Bahnen	340	9,8
Elektrochemie und Metallurgie	570	16,4
Export	567	16,4
insgesamt	3,465	100

Demnach treffen auf den Kopf der Bevölkerung insgesamt 720 kWh Erzeugung oder nach Abzug der für Bahn, Großindustrie und Export abgehenden Arbeit auf jeden Einwohner 413 kWh Arbeit zur allgemeinen Landesversorgung.

Eine Betrachtung von 90 öffentlichen Stromerzeugungsunternehmungen, welche rund 95% der gesamten Kraftwerke der Schweiz erzeugten, ergibt, daß sie 2906 Mio kWh produzierten, wovon nur 7 Mio kWh = 0,24% durch Wärmekraft gewonnen wurden. (Schweizerische Wasserwirtschaft 1926, Heft 2). (W. 732.)

Die Beteiligung Preußens an der Energiewirtschaft. Der Gesetzentwurf über die Beteiligung des preußischen Staates an privaten Elektrizitätsunternehmungen sieht neben weiteren Beteiligungen an den Kraftwerken Oberweser A.G. an der Ostpreußenwerk A.G. und am Ueberlandwerk Oberschlesien als neue Beteiligungen noch 11,735 Mio. RM. für die Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk A.G., 7,397 Mio. RM. für die nordwestdeutschen Kraftwerke A.G., 780 000 RM. für die Lahnkraftwerke A.G. in Limburg und 530 000 RM. für die Hessen-Nassauische Ueberlandzentrale G. m. b. H. in Oberscheld vor. Die Lahnkraftwerke A.G., an welcher der preußische Staat mit 26%, die Bezirksverbände Nassau und die Lahnkreise mit 44%, die Mainkraftwerke A.G. mit 30% beteiligt sind, bezwecken den Ausbau der Lahnwasserkräfte mit Rücksicht auf eine spätere Kanalisierung der Lahn, zunächst in einer Staustufe in Cramberg. Das Baukapital ist mit 5 Mio RM. angesetzt. (W. 721.)

Die Wasserkräfte Rußlands.

In der Monatsschrift „Aus der Volkswirtschaft der Union der sozialistischen Sowjet-Republiken" gibt Professor Gluschkow an der Hand der Arbeiten der „Kommission zur Erforschung der natürlichen Kraftquellen Rußlands, Sektion Weiße Kohle," eine Uebersicht über die Wasserkräfte der UdSSR. Es sind darin nur diejenigen Kräfte, die 10 000 PS übersteigen, angegeben, die kleineren sind als Rest zusammengefaßt.

Die Zusammenstellung umfaßt folgende 21 Gebiete: 1. Nordwest-Gebiet, in dem 17 Flüsse zusammen 1 595 000 PS, darunter fünf mehr als 100 000 PS liefern. Die übrigen Wasserkräfte leisten insgesamt etwa 300 000 PS; bisherige Ausnutzung rund 1 Prozent. 2. Nordost-Gebiet. Unter vier Flüssen, die Wasserkräfte von mehr als 10 000 PS, zusammen 230 000 PS, vereinigen, ist einer mit 100 000 PS, die geringeren leisten zusammen rund 250 000 PS; bisher sind etwa 8 Prozent nutzbar gemacht. 3. West-Gebiet. Wasserkräfte mit wenigstens 10 000 PS fehlen, die kleineren entwickeln im ganzen rund 300 000; Gesamtausnutzung 27 Prozent. 4. Zentrales Industriegebiet. Keine Wasserkräfte mit mindestens 10 000 PS, Gesamtleistung der übrigen etwa 345 000; bisherige Ausnutzung 25 Prozent. 5. Gebiet Wjatka-Wetluga. Wasserkräfte mit wenigstens 10 000 PS kommen nicht vor, die übrigen leisten annähernd 240 000 PS bei einer Gesamtausnutzung von 25 Prozent. 6. Gebiet der mittleren Wolga. Der Fluß entwickelt an einer einzigen Stelle, nämlich an der Krümmung bei Samara 30 000 PS, alle übrigen Kräfte zusammen betragen rund 300 000, ihre Ausnutzung rund 45 Prozent. 7. Ural-Gebiet. Die über 10 000 PS betragenden Wasserkräfte der sechs in Betracht kommenden Flüsse belaufen sich auf insgesamt 175 000 PS, die der übrigen auf etwa 325 000; nutzbar gemacht sind bisher 15 Prozent. 8. Südwest-Gebiet. Von den insgesamt 290 000 PS ausmachenden Wasserkräften leistet nur eine 20 000 PS, alle übrigen weniger als 10 000; nutzbar gemacht sind 24 Prozent. 9. Südliches Gruben- und Industriegebiet. Den 240 000 PS, welche die weniger als 10 000 PS leistenden Wasserkräfte zusammen ausmachen, steht der Dnjepr mit allein 820 000 PS bei der Stadt Alexandrowsk gegenüber. Bisherige Ausnutzung nur 6 Prozent. 10. Zentrales Schwarzerdegebiet. Die einzige Kraft von mindestens 10 000 PS gibt mit 70 000 PS der Don, alle übrigen Kräfte zusammen leisten 270 000 PS bei einer Ausnutzung von 21 Prozent. 11. Südost-Gebiet. Kräfte mit mindestens 10 000 PS sind nicht vorhanden, geringere dagegen im Gesamtbetrage von 300 000 PS; Ausnutzung 27 Prozent. 12. Kaukasus. Dieses Gebiet ist wohl das wasserreichste und dürfte rund 16 000 000 PS liefern einschließlich der 2 445 000, die von 32 Flüssen mit mindestens 10 000 PS aufgebracht wird. Im Gegensatz zu der gewaltigen Menge steht die geringe Ausnutzung mit nur 0,4 Prozent. 13. Westliches Kirgisien. Wasserkräfte mit wenigstens 10 000 PS fehlen, die übrigen leisten insgesamt 900 000; Ausnutzung 0,8 Prozent. 14. Oestliches Kirgisien. Der Kaldschir bringt 200 000 PS auf. Die übrigen weniger als 10 000 PS betragenden Kräfte umfassen zusammen 900 000. 15. Gebiet des Ob. Keine Kräfte von mindestens 10 000 PS; Gesamtleistung der übrigen 1 000 000; Ausnutzung 0,4 Prozent. 16. Gebiet des Jenissei. Auch hier fehlen anscheinend Wasserkräfte von mindestens 10 000 PS, die übrigen werden auf 3 000 000 insgesamt geschätzt. Ausgenutzt werden nur 0,07 Prozent. 17. Altai- und Kusnetzgebiet. 18. Flüsse bringen zusammen an Wasserkräften von mindestens 10 000 PS 2 045 000 PS auf, die übrigen 2 000 000; bisher nutzbar gemacht sind 0,1 Prozent. 18. Lena-Baikalgebiet. Die 2 180 000 PS der mindestens 10 000 PS betragenden Wasserkräfte sind die Leistung von sechs Flüssen; die übrigen werden auf annähernd 6 000 000 PS geschätzt. Ausgenutzt sind bislang 0,06 Prozent. 19. Gebiet

[1]) Der Schweiz steht bei beiden letzteren Werken je die Hälfte der Leistung zu.

Digitized by Google

von Jakutsk. Bei dem Fehlen genauerer Angaben können die Gesamtkräfte, größere und kleinere, nur geschätzt werden, und zwar auf rund 6 000 000 PS; ausgenutzt sind bislang 0,03 Prozent. 20. Seegebiet (Primorskaja). Die kleineren Wasserkräfte leisten nach Schätzungen 4 000 000 PS, nur zwei Flüsse geben mit zusammen 100 000 PS Kräfte von mindestens 10 000 PS; Nutzbarmachung 0,07 Prozent. 21. Turkestan. Hier handelt es sich in der Mehrzahl um Wasserkräfte von mehr als 10 000 PS, die in einer Gesamtmenge von 8 550 000 PS von 35 Flüssen geleistet werden. Die übrigen Kräfte liefern mit 4 000 000 PS noch nicht die Hälfte dieser Menge. Ausgenutzt werden bislang 1 Prozent.

Die Gesamtwasserkräfte der UdSSR. belaufen sich auf 62 380 000 PS; davon sind 38 740 000 PS größere mit mehr als 10 000 PS Einzelleistung. Von dieser beträchtlichen Menge werden aber vorläufig nur 830 000 PS, also nur 1,3 Prozent ausgenutzt. („Wasser und Gas"). (W. 668.)

Die Wasserkräfte in Niederländisch-Ostindien. Auf den größeren Inseln, welche Niederländisch-Ostindien einschließt, den holländ. Teilen von Borneo, Sumatra und Celebes und in der kleineren aber mehr kultivierten Insel Java gibt es große Flüsse und man schätzt den Energiereichtum dieser Inseln allein auf mindestens 5½ Millionen PS und zwar folgendermaßen verteilt:

Java	500 000 PS
Sumatra	2 000 000 PS
holländ. Borneo	2 000 000 PS
Celebes	1 000 000 PS
Insgesamt:	5 500 000 PS.

Java besitzt eine Reihe von Flüssen, die zur Kraftgewinnung günstig sind. Es sind dort eine größere Anzahl von Wasserkraftanlagen bereits errichtet. Im Gebiet von Tji Mandiri allein sind an acht Punkten Anlagen mit einer Leistungsfähigkeit von 17 000 PS erbaut; die größte Kraftquelle liefert 5000 PS. An zehn Kraftstellen des Tji Taroem-Gebietes ist eine Leistung von 437 000 PS verfügbar; die größte Kraftquelle hat 12 500 PS. — Im Tji Laki-Gebiet beträgt die Gesamtkraft an vier Stationen 31 500 PS, die größte davon besitzt 15 000 PS, während im Tji Manoch-Becken an sieben Punkten eine Leistung von 30 100 PS vorhanden ist. Diese vier Gebietsteile, die im Westteil Javas liegen, liefern etwa 124 000 PS.

Zentraljava ist hinsichtlich seiner künftigen Kraftstationen von größerer Bedeutung als hinsichtlich der schon bestehenden. Das Serajoe-Becken im Toentoeng-Distrikt bietet glänzende Projekte, ebenso einige der in die Nordküste mündenden Flüsse. Der Toentoeng wird auf 13 000 PS geschätzt, die an drei oder vier Gefällen gewonnen werden sollen; die Toentoeng-Fälle sind das meistversprechende Gebiet. Es ist von der Allgem. Niederländ.-Ind. Elektr. Ges. erschlossen, die dort eine Wasserkraftstation mit 3000 PS besitzt. Der Hafen von Semarang und die Stadt Salatiga werden durch diese Station mit Strom versorgt.

Die niederländ.-indische Regierung ist ebenfalls an diesem Landstrich sehr interessiert, sie plant die Errichtung einer großen Kraftstation zur Elektrisierung der Eisenbahnen. Der Toentoeng birgt eine erhebliche Energiemenge, die durch den Bau eines Staubeckens mit 237 Millionen cbm Fassungsvermögen in Rawa Pening ausgebeutet werden soll. Dadurch wird der Wasservorrat verdoppelt und zwar um 13 000 PS.

Obwohl in den östlichen Teilen Javas bisher wenige Energiequellen ausgenützt sind, hat die Regierungsstation in Tjatoer in den letzten sieben Jahren die staatl. Werkstätten zu Madioen mit Strom beliefert. Zwei 1000 PS-Turbinen, die unter einer Druckhöhe von 110 m arbeiten, sind hier eingebaut.

Man plant den Bau einer Kraftstation am Kali Konto zwecks Stromversorgung der Eisenbahnen im Sourabaya-Distrikt und der Städte und Distrikte Kediri und Pasoeroean. Der Kapongankanal wird auch in Zukunft zur Versorgung von Sitoebondoe und seiner Umgebung verwendet.

Java hat einen weit fortgeschritteneren Entwicklungsstand erreicht, als die anderen Inseln, die die Außenbesitzungen genannt werden.

Auf Sumatra, Borneo und Celebes ist, trotzdem hier weit mehr Wasser vorhanden ist, weniger Gebrauch davon gemacht worden. In allen Teilen des Archipels sind primitive Wasserräder zu sehen, die die Eingeborenen seit Jahrhunderten für ihre Reismühlen betrieben haben.

In Sumatra, das nördlich von Java liegt und größtenteils mit ihm zusammenhängt, ist eine Reihe von Kraftstationen Eigentum der Regierung und der Bergwerksgesellschaften in den südlicheren Bezirken. Im Besitze des Staates sind die Werke in Tambang Sawah bei Bencolen an der Westküste und in Lake Tes. Am Ajer Loesang und Ajer Gloembok besitzt die Simau-Grubengesellschaft eine Anlage mit 1300 PS. Die Redjang Lebong-Bergwerksgesellschaft hat ebenfalls vier Anlagen errichtet. Sie liegen im Becken des Ajer Kergpoen und haben eine Leistung von 1550 PS. Der südliche Teil Sumatras entwickelt sich rasch als Agrarland und die verschiedenen industriellen Unternehmungen in diesem Teil der Insel nutzen die Wasserkraft aus. Der Stickstoff-Konzern besitzt die Konzession der Ausnützung des Moesiflusses oder des Ravian-Sees, während die Eisenindustrie im Lampongdistrikt den Wai Sekampong und den Wai Besai zum Strombezug ausbauen wird.

In Zentralsumatra sind Gruben- und andere Unternehmungen gut mit Kraftanlagen verbunden. Die Tambang-Salida-Mine besitzt eine Anlage von 1000 PS am Salzfluß, während in Indaroeng die Niederländ.-Ind. Portlandzement-Werke am Padangfluß eine Kraftstation von 1500 PS hat. Ein weiteres Kraftwerk wird von diesem Konzern am Koerandji errichtet und soll 3000 PS liefern. Die Kinandam-Mine hat drei Anlagen mit insgesamt 275 PS und die Aequator-Bergwerksges. besitzt eine Station in Manggani mit 1000 PS. Am Ombilin liegt ein Kraftwerk mit 16 000 PS, am Agam zwei mit 10 000 PS, am Amei eine mit 4000 PS.

Beträchtliche Fortschritte sind an der Ostküste von Sumatra während der letzten Jahre zu verzeichnen und Untersuchungen haben gezeigt, daß in dieser Gegend eine sehr beträchtliche Strommenge aus Wasserkraft gewonnen werden kann. Im Asahan-Territorium und am Pensangan schätzt man sie auf 800 000 PS. Der Asahanfluß fließt aus dem Tobasee und die Kraft, die man an dieser Ausmündung gewinnt, soll 500 000 PS betragen, die in vier Kraftstationen erzeugt werden kann. Ein Konzern zur Herstellung von stickstoffhaltigem Dünger und anderer Elektrochemikalien hat die Konzession zur Gewinnung von 200 000 PS erlangt.

Der größte Teil des riesigen Borneo ist noch unerforscht. Es ist daher vom vorhandenen Wasserreichtum dieses Landes wenig bekannt. Doch ist kein Zweifel, daß hier große ausbaufähige Wasserkräfte liegen und daß die Bem Brem-Fälle am Kajan viele Tausend Pferdestärken besitzen.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 6 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. Februar 1926 — 31. März 1926.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
82	**Mangfall** (Triftbach) bei Bruckmühl	Donau, Inn,	Sägewerk Bruckmühl	Bez.-A. Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Papierfabrik Bruckmühl A.-G.	4,50	3 00	135	135	Laufwerk Turbine	Sägewerk	Umbau Mehrung des Gefälles durch Stauerhöhung. Genehmigungsbescheid bereits erlassen
83	**Mangfall** (Triftbach) bei Bruckmühl	Donau, Inn,	Papierfabrik Bruckmühl	Bez.-A Aibling Reg.-Bez. Oberbayern	Papierfabrik Bruckmühl A.-G.	14,00 14 00	5,55 2,63	780 370	750 350	Laufwerk Turbinen	Papierfabrik	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung, Genehmigungsbescheid bereits erlassen, Umbau im Gange
84	**Förchenbach** 1,000 km oberhalb bis 0 500 km unterhalb der Einmündung des Reindler Mühlbaches in den Förchenbach	Donau, Inn, Griesenbach	Förchenbachwerk bei Brannenburg	Bez.-A. Rosenheim Reg.-Bez. Oberbayern	Steinbeis u. Kons. Brannenburg	0,48	103,0	520	350	Speicherwerk; Dauerspeicher mit 380000 cbm Nutzinhalt bei 7 m Stauschwankung, Ausgleichsweiher mit 2500 cbm Nutzinhalt bei 1,8 m Stauschwankung, 1 Zwillingsfreistrahlturbine	Allgemeine Elektrizitätsversorgung und Bahnstromversorgung der Wendelsteinbahn	Neubau Bau bereits begonnen. Vorerst wird nur ein Tagesspeicher von 9000 cbm Nutzinhalt bei 1,8 m Stauschwankung mit Abschluß durch Staudamm ausgeführt. Bis zur Fertigstellung des Staudammes wird die bereits in Betrieb genommene Anlage als Laufwerk betrieben. Die spätere Durchführung des Talsperrenprojektes mit Abschluß durch bogenförmige Staumauer wird durch das Provisorium nicht behindert (Siehe Berichtigung am Schlusse!)
85	**Regen** Ortsgebiet Chamerau	Donau	Holzwarenfabrik Chamerau	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Richard Stiehler in Chamerau	28,80	1,44	438	340	Laufwerk 3 Einradturbinen mit stehender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Neubau In Wegfall kommt eine alte Wasserradanlage mit $\frac{45\ PS_a}{32\ PS_m}$
86	**Haberseigenbach** Vom Weiher 120 m oberhalb der Brücke im Zuge der Distriktstraße Furth-Waldmünchen bis zu dieser Brücke	Donau, Regen, Chamb, Ponholzbach	Triebwrk ebei Waradin	Bez.-A Cham Reg.-Bez Oberpfalz	Anton Koller in Waradin, Gemeinde Grabitz	0,05	14,00	8	2	Laufwerk Bankiturbine	Eigenversorgung	Neubau Bau bereits begonnen

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
87	**Schöllnach** 6,400 km oberhalb bis 0,180 km unterhalb der Wegbrücke im Zuge des Gemeindeweges Ebendd-Prünst	Donau, kleine oder Schöllnacher Ohe	Prünstmühle in der Gemeinde Bradlberg	Bez.-A. Deggendorf Reg.-Bez Niederbayern	Ludwig Biebl in Prünstmühle, Gemeinde Bradlberg und 1 Genosse	0,08	36,00	30	24	Laufwerk Einradfreistrahlturbine mit liegender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau 6 PS a / Bisherige Leistung 5 PS m
88	**Kleine Ohe** Von der Einmündung des Gruberbaches unterhalb Graienau bis zur Brücke im Zuge des Gemeindeweges Dimplmühle-Bärnstein	Donau, Ilz, Schönberger Ohe	Dimplmühle in der Gemeinde Schlag	Bez.-A. Grafenau Reg.-Bez. Niederbayern	Theodor Martin und Söhne in Passau	2,00	11,70	250	157	Laufwerk Doppelspiralturbine mit liegender Welle	Sägewerk	Neubau In Wegfall kommt die alte 85 PS a / Dimplmühle mit 70 PS m
89	**Zentinger Bach** 1,550 km bis 0,410 km oberhalb der Einmündung des Ebenreutherbaches	Donau, Gaißa Große Ohe	Elektrizitätswerk Zenting	Bez.-A. Grafenau Reg.-Bez. Niederbayern	Elektrizitäts- und Holzverwaltungsgesellschaft m. b. H. in Zenting	0,25	33,00	83	55	Laufwerk Doppelspiralturbine	Sägewerk und allg. Elektrizitätsversorgung	Neubau

Berichtigung und Ergänzung: Nr. 41 wurde durch Nr. 84 überholt, Nr. 1, 61 wurden in Bau genommen, Nr. 11, 60, 75 wurden in Betrieb genommen.

(W. 739.)

Der Große Baritofluß und die Flüsse Kapoeas und Mahakam versprechen auch große Aussichten für Wasserkraftgewinnung. Es bestehen hier jedoch in Borneo beträchtliche Schwierigkeiten, die überwunden werden müssen, bevor eine Nutzung der Energie möglich ist. Entfernungen und hohe Kosten sind Hindernisse einer baldigen Entwicklung dieser Wasserkräfte. Einen kleinen Entwicklungsfortschritt bedeutet der Ausbau der Wasserkräfte von Holländ. Borneo.

Die letzte der Inseln, die hier noch in Betracht kommt, ist Celebes, ein seltsam geformtes Eiland mit vier von einem gemeinsamen Punkt ausstrahlenden Halbinseln. Vier Kraftstationen bestehen in Verbindung mit der Entwicklung der Eisen- und Nickelindustrien der Insel; sie geben zusammen 150 000 PS. Sie liegen im Becken des Malili, nahe beim Eisenbergwerk von Larone. Im Laa-Becken sind noch 50 000 PS ausbaufähiger Kraft, während der Posso ebenso als Kraftquelle schätzungsweise 100 000 PS besitzt. Am Ende der nördlichen Halbinsel von Celebes liegt der Minahasse genannte Landstrich, auf dem wegen des Ausbaus der vorhandenen Wasserkräfte Untersuchungen angestellt worden sind. („Water and Water Engineering" v. 20. 11. 1924.)

(W. 386.) Kr.

Die Entwicklung der Industrie, insbes. der elektrochemischen, in Norwegen.

Einem Vortrage, den Dr. Collett am 8. Dezember 1924 in Oslo gehalten hat, können wir hierüber folgendes entnehmen:

Seit dem Beginn des neuen Jahrhunderts hat die Wasserkraftindustrie, damit in erster Linie die elektrochemische, in Norwegen einen gewaltigen Aufschwung genommen. In der elektrochemischen Industrie sind nunmehr zwischen 700 und 800 Millionen Kr. investiert. Wenn man bedenkt, daß diese Industrie 1900 fast noch nicht bestand und wenn man damit den alten Stolz Norwegens, seine Schiffahrt, vergleicht, in die jetzt etwa 800 bis 1000 Millionen Kr. hineingesteckt sind, so kann man diesen Werdegang der elektrochemischen Industrie, die in ausgesprochener Wechselbeziehung zu den Wasserkraftverhältnissen, dem einzigen wirklichen großen Vorzug Norwegens, steht, ermessen.

Im Jahre 1900 waren in Norwegen nicht mehr als 150 000 PS Wasserkraft ausgebaut. Im ganzen sind jetzt ungefähr 1,8 Millionen PS ausgebaut, davon 750 000 oder 42 v. H. für elektrochemische Industrie. Da aber die hier verwendete Kraft nahezu das ganze Jahr über ausgenutzt ist, was im übrigen nicht der Fall ist, so ist es in Wirklichkeit mehr als die Hälfte der Energie, die in elektrochemischen Betrieben verbraucht wird. Von den 750 000 PS ist ungefähr die Hälfte für Stickstofferzeugung beansprucht, 100 000 für Aluminium und der Rest für Karbid, Eisenlegierungen, Zink u. a. Die elektrochemische Industrie steht nicht nur mit dem Reichtum des Landes an Wasserkraft, sondern auch mit den sonstigen Verhältnissen im Einklang, so daß sich ihr günstige Aussichten eröffnen.

Keine Ausfuhr hat sich in Norwegen absolut und relativ so glänzend entwickelt wie die der elektrochemischen Industrie und die weiteren Aussichten sind günstigst. Der Hauptzweig, die Stickstoffindustrie, ist von Rohstofflieferung unabhängig und nur durch den Energievorrat und die Absatzmöglichkeit beschränkt. Die anderen elektrochemischen Industrien mögen wohl teilweise von ausländischer Rohstoffeinfuhr abhängig sein, aber die billige Kraft spielt eine so ausschlaggebende Rolle, daß die Frachten für die Einfuhr von geringerer Bedeutung sind. Heute werden

Digitized by Google

etwa eine Million Tonnen Stickstoffverbindungen erzeugt und man kann in den nächsten 50 Jahren eine Steigerung um ein paar hundert Prozent erwarten, da Stickstoffverbindungen auf keine andere Weise so billig hergestellt werden können wie mit billiger Wasserkraft. Der Ausbau der Wasserkräfte für Stickstoffindustrie wird also bedeutend sein und ähnlich verhält es sich in anderen Zweigen der elektrochemischen Industrie mit großen Absatzmärkten und günstiger Entwicklung (z. B. der elektrischen Eisenherstellung). Man kann es also nicht als ausgeschlossen bezeichnen, daß innerhalb 50 Jahren vielleicht noch 5 Millionen PS für Wasserkraftindustrie hinzutreten und daß das Land vielleicht in einer noch wesentlich kürzeren Zeit damit Gleichgewicht in seiner Handelsbilanz erreicht.

Was die im Lande gegebenen Vorbedingungen für die elektrochemische Industrie betrifft, so ist Norwegen an Rohstoffen nicht wesentlich ungünstiger gestellt als viele seiner Mitbewerber. Die Transportverhältnisse sind günstig. Der Bearbeitungswert für die elektrochemischen Erzeugnisse, berechnet auf die verwendete PS, ist gering, d. h. das Erzeugnis verschluckt viel Energie. Das ist für norwegische Verhältnisse günstig. Auf eine menschliche Arbeitskraft treffen in elektrotechnischen Betrieben vielmehr PS als bei anderen Industrien. Eine zweckmäßig angelegte und geleitete elektrochemische Industrie beruht im Lande auf so natürlicher und gesunder Grundlage, daß sie die anderen Nahrungszweige mit sich emporführen kann und es ist nicht verwunderlich, daß der Aufschwung auch anderer Nahrungszweige mit dem der elektrochemischen Industrie zusammenfiel. Die elektrochemische Industrie ist weniger als andere geeignet, unzufriedenes Proletariat in die Welt zu setzen, da sie wenig Arbeitskräfte braucht und weil die Erfahrung zeigt, daß die Löhne bei ihr höher stehen als in sonstigen Industrien. In Norwegen sind die Löhne im großen Industriedurchschnitt 1.40 Kr. pro Mann und Jahr, in der elektrochemischen Industrie allein 2258 Kr. (W. 376.) Dr. S.

Wasserkraftanlagen

Die Morkfoß-Solbergfoß-Anlage. Dieses zur Ausnützung einer Geiällestufe von zirka 21 m im Glommen erbaute im Jahre 1925 in Betrieb gekommene Kraftwerk mit einer Leistung im vollen Ausbau von 130 000 PS wurde zunächst in der bei skandinavischen Großwasserkraftausbauten vorbildlichen sorgfältigen Vorarbeit eingehend an einem im Maßstab 1 : 25 ausgeführten Modell im Skjaersjoen untersucht. Auf zirka 100 m Länge wurde der natürliche Flußlauf des Glommen nachgeahmt und das Stauwehr nebst Kraftwerk darin eingebaut (in ähnlicher Weise wurde übrigens auch schon in Amerika zur Untersuchung der Wasserableitungsverhältnisse am Niagarafall ein solcher Modellversuch im großen Maßstab in freier Natur durch maßstäbliches Kopieren des Falles und seiner benachbarten Strecken ausgeführt.)

An ein festes Ueberfallwehr schließen sich 3 mit je 20 m langen Walzen verschlossene Oeffnungen an. Das Walzenwehr ist von der M.A.N. Werk Gustavsburg, geliefert; die Stauhöhe der Walzen beträgt 8,75 m, der Durchflußquerschnitt kann mit elektrischem Betrieb der Windwerke in 30 Min. und notfalls durch Handbetrieb in 24 Stunden freigelegt werden. Die gesamte Stauanlage ist für eine Höchstwassermenge von 4000 m³/sec berechnet. Zur Entlastung dienen zwei vorher für die Bauausführung notwendig gewesene 200 m lange Entlastungsstollen.

Das Kraftwerk, von dem Abbildung 2 einen Querschnitt zeigt, (Ansichten des Kraftwerkes vergleiche „Wasserkraft-

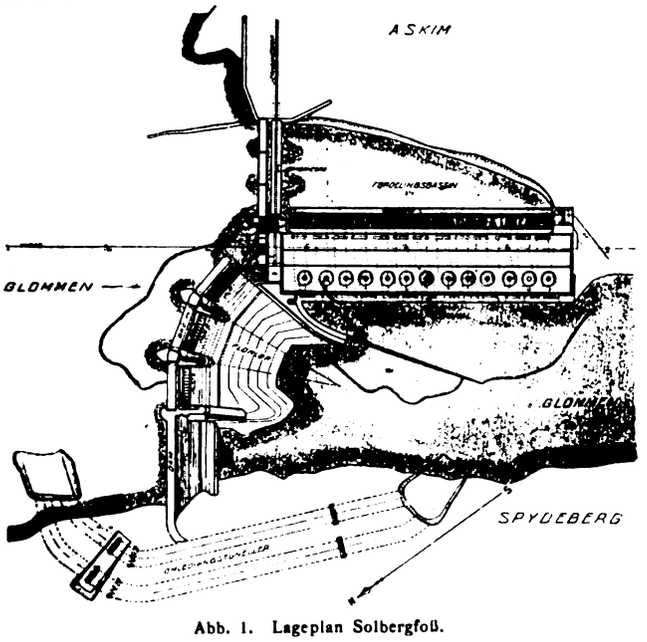


Abb. 1. Lageplan Solbergfoß.

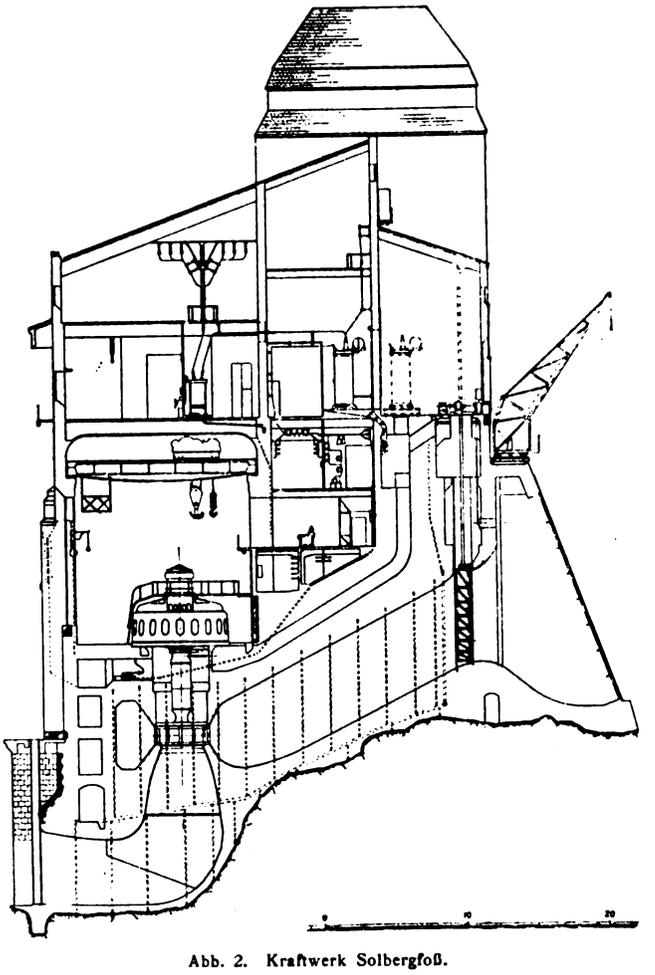


Abb. 2. Kraftwerk Solbergfoß.

Digitized by Google

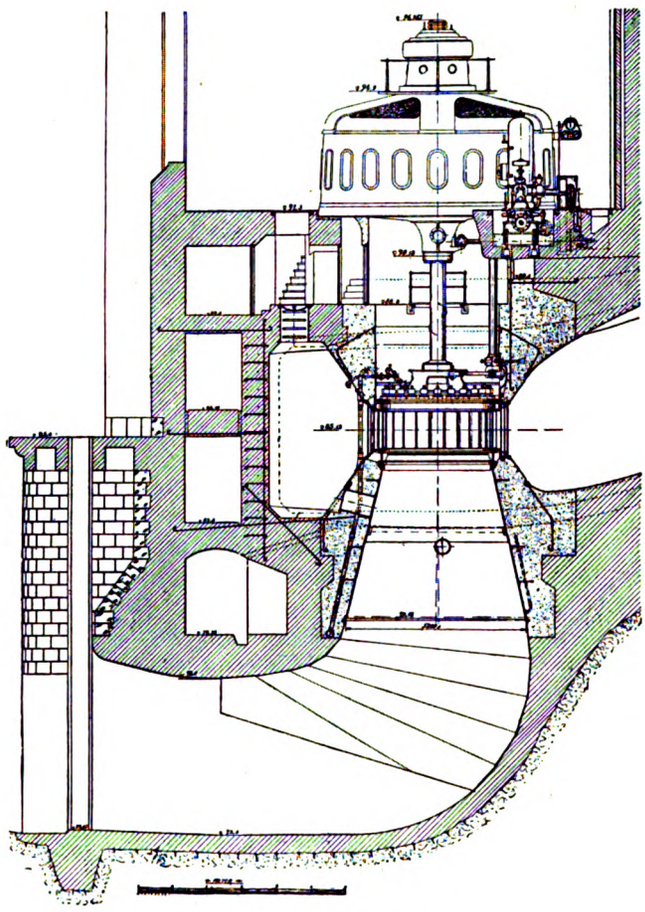


Abb. 3. Schnitt durch eine Turbine.

Jahrbuch 1924", Seite 108 und 109) enthält gegenwärtig 7, im Vollausbau 13 vertikale Francisturbinen von Kvaerner Brug und Myrens Verksted von je 11 500 PS unter 21 m Gefälle bei 150 Umdrehungen/Min. entsprechend einer spez. Drehzahl von 358. Mit den Laufrädern wurden eingehend Modellversuche ausgeführt, welche einen Höchstwirkungsgrad von 92% bei rund 90% der höchsten Leistung und noch 80% bei rund 53% der höchsten Leistung ergaben. Der heute allgemein anerkannte Wert solcher eingehender Versuche (welche durchaus nicht als Mangel an konstruktiver Beherrschung ausgelegt werden dürfen) zeigt sich schon daraus, daß die Versuche eine Verbesserung des Wirkungsgrades zwischen dem ersten und dem letzten Versuchsrad um bis zu 10% ergaben.

Bemerkenswert an der Gesamtanordnung ist die mehrgeschossige Ausführung des Maschinenhauses mit Schaltanlage über dem Maschinensaal ähnlich wie beim Kraftwerk Raanaasfoß, bei welchem letzteren sogar die Haupttransformatoren über dem Maschinensaal aufgestellt sind.[1]) Die Turbinen sind in Betonspiralen mit Betondruckschläuchen eingebaut (Abb. 3) und diese Spiralen sowie von dort aus die Saugrohre durch Mannlöcher zugänglich. Zum Abschluß dienen Rollschützen, das Windwerkshaus ist gleichzeitig Vorraum zum Ausfahren der Transformatoren. Der Rechen wird durch einen Auslegerlaufkran (Wippkran) bedient. Die Gesamtanordnung gibt verhältnismäßig geringe Breite in Richtung des Wasserlaufs (32 m) bei einer erheblichen Bauhöhe (vom Saugrohrfundament bis Dachfirst 63 m) mit einer Längenerstreckung von 150 m im vollen Ausbau.

Die unmittelbar gekuppelten Vertikalgeneratoren von je 11 000 kVA (Oerlikon) haben ein Schwungmoment von 825 t m² bei einem Rotorgewicht von 60 t, Die Spurlager sind mit 160 t belastet.

Die Gesamtanlage, welche hydraulische Aehnlichkeit hat mit den neuen Illerwerken oder dem Werk Mühltal der Isarwerke, ist durch den gedrängten Zusammenbau des hydraulischen und elektrischen Teils bemerkenswert, („Teknisk Ukeblad 1925", Heft 29, Brochmann.) (W. 589) Rdl.

Neuartige Maschinen-Anordnungen in Wasserkraft-Werken zum beliebigen Wechsel der Betriebsart in Speicher- und Kupplungswerken sind durch die elektromagnetische Kupplung Bauart Forster für größte Leistungen möglich geworden, welche für Leistungen bis zu 25 000 PS bei 500 Umdr./Min. in Ausführung ist. Die Kupplung ist nach Abb. 1 durch eine feststehende ringförmige Spule B unter Vermeidung von Schleifringen (Abb. 1) gekennzeichnet, die in ein feststehendes Joch

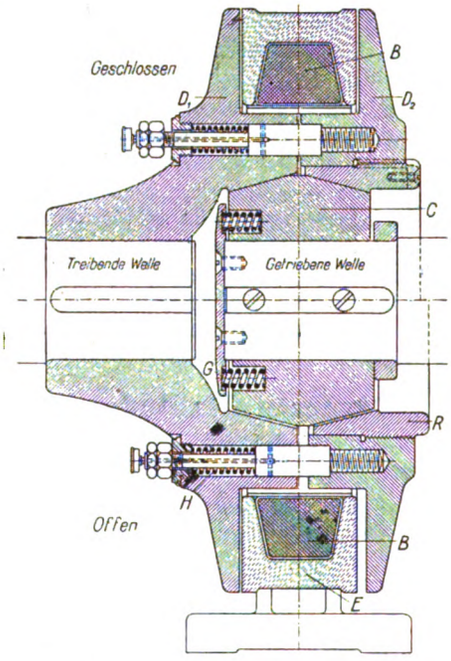


Abb. 1. Elektromagnet. Kupplung von Forster.

E eingebaut ist. Die beiden federnd auseinandergezogenen Kupplungsmuffen D_1 und D_2 klemmen bei erregter Spule den Doppelkonus C ein, der aus unmagnetischem Guß hergestellt ist.

Im Kraftwerk Farneta bei Parma sind je zwei Maschinengruppen, bestehend je aus Turbine und Generator von 12 000 kVA, 42 oder 50 Per. bei 420 oder 500 Umdr. bzw. Turbine und gleichgroßem Generator 42 oder 50 Per., aber 504 oder 600 Umdr., so aufgestellt, daß je zwei verschiedenpolige Generatoren unmittelbar mit den freien Wellenenden aneinander stehen, die Turbinen liegen an den Außenseiten. Je eine Kupplung zwischen Turbine und Generator sowie eine Kupplung zwischen beiden Generatoren mit Betätigung vom

[1]) Vergl. diese Zeitschrift 1925, Seite 244.

Digitized by Google

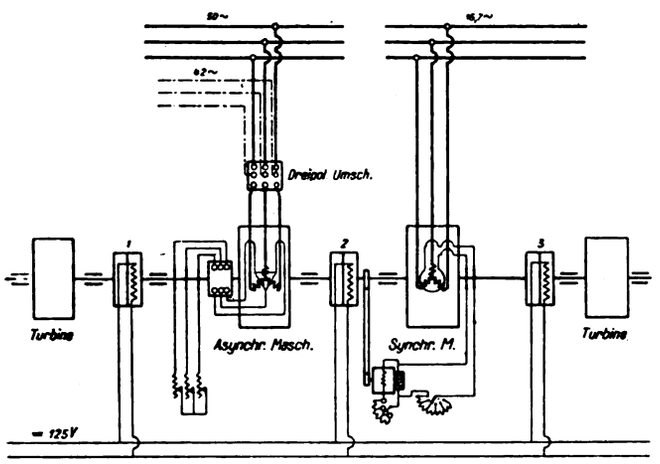


Abb. 2. Maschinenanordnung im Krafthaus Predaro.

Schaltpult aus gestattet es, jeden Generator von seiner Turbine aus anzutreiben oder bei Abnahme der Netzbelastung die Turbine auszukuppeln und abzustellen zwecks Weiterlaufens des Generators als Phasenschieber mit der Möglichkeit, in jedem Augenblick nach Oeffnen der Turbine und Kuppeln wieder zur Stromlieferung überzugehen. Außerdem können beide Generatoren von den Turbinen losgekuppelt und unter sich gekuppelt als Frequenz-Umformer zwischen dem 42 periodigen Lombardischen Netz (Sommerkraft) und dem 50 periodigen Netz der Emilia (Winterkraft) arbeiten. Zur Verhinderung des Außertrittfallens der Synchronmaschinen bei diesem Umformerbetrieb im Falle von Ueberlastungen lösen Maximalrelais vor den Generatoren die Verbindungskupplung.

In der im Bau befindlichen Anlage Predaro der Soc. Ozola (Mailand) ist eine 8500 kVA Asynchronmaschine mit zwei Wicklungen für 42 bzw. 50 Per. bei 500 Umdr. (Abb. 2) für Generator- und Motorbetrieb (10 000 PS, mit Flüssigkeitsanlasser) gleichachsig zu einem 8500 kVA-Drehstrom-Synchrongenerator von 16,7 Per. für Bahnstrom aufgestellt, an den Außenseiten stehen die Turbinen. Die drei Kupplungen ermöglichen alle Betriebsarten:

Bei offener Mittelkupplung 2 arbeitet die linke Hälfte als asynchroner Generator mit 42 oder 50 Per. auf eines der beiden Netze, die rechte Hälfte als Synchrongenerator auf das Bahnnetz. — Bei offenen Turbinenkupplungen 1 und 3 und geschlossener Mittelkupplung 2 laufen die Generatoren als Frequenzumformer von 42 oder 50 Per. auf 16,7 Per. oder umgekehrt. — Bei offener Kupplung 3 und geschlossenen Kupplungen 1 und 2 treibt die linke Turbine beide Generatoren. — Der Synchrongenerator kann durch die rechte Turbine angelassen werden und nach deren Abkuppeln als Phasenschieber am Bahnnetz weiterlaufen.

Die zweckentsprechende Verwendung elektromagnetischer Kupplungen großer Uebertragungsfähigkeit ermöglicht eine Reihe betriebsmäßig wertvoller Kombinationen in Ausgleichs-, Kupplungs- und Speicherwerken. (Schweiz. Bauztg., Bd. 87, H. 7, Seeberger.) (W. 700.) Rdl.

Wasserkraftmaschinen.

Mitteilungen aus der amerikanischen Turbinenindustrie. Dem Bericht des Wasserkraftausschusses der National Electric Light Association über das Jahr 1924 sind die Berichte der führenden nordamerikanischen Wasserturbinenfirmen über die Arbeiten des Jahres 1925 angefügt. Den Mitteilungen der Pelton Water Wheel Company ist zu entnehmen, daß als bemerkenswerteste Anlage dieses Jahres die Turbine für Oak Grove gebaut worden ist. Ueber diese haben wir im Heft 15 vorigen Jahres Seite 258 bereits berichtet. Ferner sind in den Werkstätten dieser Gesellschaft drei 35 000 PS-Maschinen für die Anlage Pit River III in Arbeit. Sie sollen noch im Laufe des Jahres 1925 aufgestellt und in Betrieb genommen werden. Es handelt sich dabei um vertikale Einrad-Turbinen mit Zulaufspirale und Moody-Saugrohr, welches aus Schmiedeblechen hergestellt wird, um einerseits das Auswaschen der früher angewendeten Betonwände zu verhindern, andererseits die außerordentlich teure Verschalungsarbeit für die Betonform einzusparen. Ueber die Freistrahlturbinen für die Moccasin-Anlage von San Francisco, welche ebenfalls aus den Werkstätten der Pelton Company hervorgegangen ist, haben wir bereits berichtet. Die Gesellschaft rühmt sich außerdem, das stärkste Freistrahlrad gebaut zu haben, und zwar für die Southerrn California Edison Company. Diese Turbine wird im Krafthaus Nr. 1 am Big Creek aufgestellt und wird bei einem Nettogefälle von 580 m und 300 Umdrehungen pro Minute 35 000 PS entwickeln. Die Turbine besteht aus 2 Laufrädern, welche je am Ende einer mit dem Generator gemeinsamen Welle fliegend angebracht sind.

Bemerkenswert ist weiterhin eine vollkommen automatische Anlage für ein Gefälle von 306 m bei einer Leistung von 1450 PS für Colorado Springs, welche später ausführlicher beschrieben werden wird.

Die Allis Chalmers Company teilt mit, daß sie im Jahre 1924 853 Turbinen von insgesamt 3,3 Millionen PS Leistung gebaut hat. Unter diesen sind folgende besonders hervorgehoben:

1. City of Tacoma, Cushmann Power Projekt, zwei 20 000 PS-Maschinen, 61 m Gefälle, vertikale Welle, Blechspirale;
2. Consumers Power Co., Hodenpyl Dam Davelopment, zwei 12 000 PS-Maschinen, 19 m Gefälle, vertikale Welle, Blechspirale mit Reglern Nr. 3, direkt gekuppelten Fliehkraftpendeln und schmiedeisernem Hydraucone-Saugrohr;
3. Water Power Company, Catewba Plant, vier 20 000 PS, 20 m Gefälle, vertikale Welle, Betonspirale, mit Reglern Nr. 4 und direkt gekuppelten Fliehkraftpendeln.

Die Verwendung von Blechspiralen für vertikale Maschinen großer Leistung nimmt immer größeren Umfang an, und stellt bereits 48 % der Gesamterzeugung dieses Jahres dar (nach Gesamtpferdestärken gemessen.) Eine Blechspirale wurde einem Probedruck von 18 at unterworfen und hat sich dabei als vollkommen dicht erwiesen. Bei der Ausbildung der Saugrohre bemerkt man, daß die ursprüngliche Form von White noch beibehalten wird, dagegen wird die Ausführung in Beton, welche bisher die allein herrschende war, allmählich durch Ausführung in Blech verdrängt. Bereits seit dem Vorjahre sind die zwölf Maschinen für Quebec in Arbeit. Das Versuchslaufrad für diese Anlage hat bei einer spezifischen Drehzahl von 309 (metrisch) einen besten Wirkungsgrad von 93,34 % ergeben. Eine Abbildung zeigt das fertige Laufrad für diese Anlage. Daran fällt besonders auf, daß an Stellen, wo nach den

Digitized by Google

bisherigen Erfahrungen vermutlich mit anderen, ähnlichen Typen Korrosionen aufgetreten sind, auswechselbare Bleche in die Schaufel eingesetzt sind. Ob dieses Verfahren als ein „Weg" oder nur als ein „Ausweg" gewertet werden soll, möge dem Urteil des Lesers überlassen bleiben.

I. P. Morris teilt mit, daß die Turbinen der Niagara-Anlage, über welche wir im Heft 7, S. 72 dieser Zeitschrift berichtet haben, bei einer vorläufigen Erprobung außerordentlich befriedigt haben. Eine bemerkenswerte Niederdruck-Anlage stellt das Kraftwerk Feeder Dam der Moreau Manufacturing Corporation bei Glens Falls dar. Dort sind vertikale Einradturbinen für 1500 PS Leistung bei 4,75 m Gefälle und 120 Umdrehungen pro Minute aufgestellt. Von den weiteren Konstruktionen seien folgende erwähnt:

1. Drei 9850 PS-Maschinen für die Kentucky Hydro-Electric Power Company, Dix River Development, Kentucky. Diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen mit Stahlguß-Spiralen für ein Gefälle von 67,5 m und 300 Umdrehungen pro Minute.
2. Zwei 10 500 PS-Maschinen für die Northern Neuyork Utilities, Soft Maple Development, N. Y. Diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen mit Blechspiralen für ein Gefälle von 37 m und 215 Umdrehungen pro Minute.
3. Fünf 800 PS-Maschinen für die Illinois Northern Utilities Dixon, Ill. Auch diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen für 2,4 m Gefälle und 80 Umdrehungen pro Minute.
4. Zwei 28 500 PS-Maschinen für die Pennsylvania Power & Light Company Wallenpaupack Development, Pa. Diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen mit Stahlguß-Spiralen für 100 m Gefälle und 300 Umdrehungen pro Minute.
5. Drei 13 000 PS-Turbinen für die Gifu Electric Power Company, Japan. Diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen mit Blechspiralen für 51,5 m Gefälle und 257 Umdrehungen pro Minute. Diese Maschinen sollen in tief in den Felsen eingeschnittenen Räumen aufgestellt werden und jedes Aggregat gießt in einen Unterwasserstollen von beträchtlicher Länge aus. Die Konstruktion dieses Stollens ist wegen des Einflusses eines so langen Tunnels auf die Geschwindigkeitsregelung beachtenswert.
6. Zwei 21 500 PS-Turbinen für die Cutler Development of the Phoenix Utility Company, Utch. Auch diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen mit Blechspiralen für 38 m Gefälle und 150 Umdrehungen pro Minute.
7. Zwei 58 000 PS-Turbinen, Aggregat 8 und 9 der Queenston Anlage der Hydro-Electric Power Commission of Ontario. Diese Maschinen werden in allen Einzelheiten den Maschinen 6 und 7 gleich, welche vor kurzem dem Betrieb übergeben wurden.
8. Zwei 24 500 PS-Turbinen für den Merced Irrigation District, Eschocquer Plant, California. Auch diese Maschinen sind vertikale Einrad-Turbinen mit Stahlguß-Spiralen für 100 m Gefälle und 257 Umdrehungen pro Minute.

Als bemerkenswerte Neuerung an Saugrohr-Konstruktion sei die Entwicklung des spiralig geformten Ablaufes hinter dem Moody-Saugrohr erwähnt. (W. 619)

München, 10. Oktober 1925. Sl.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftanlagen.

— Om autosynkrona maskiners användningsmöjligheter med särskild hänsyn till tillvaratagandet av mindervärtiga vattenfall. (Ueber die Anwendungsmöglichkeit autosynchroner Maschinen besonders zur Ausnutzung minderwertiger Wasserkraft). Von Ing. Sjöberg. — Värmländska Bergsmannaföreningens Annaler 1925, S. 64—80, m. 3 Abb. — (Minderwertige Wasserkräfte müssen billig auszubauen und zu betreiben sein; die billigen Asynchron-Anlagen haben den Nachteil großer Phasenverschiebung. Beschreibung der autosynchronen Maschine (Danielsson, 1900) mit Gleichstromerregung einer Läuferphase; ihre Verwendung als Generator mit gutem cos φ und guter Spannungsregelung, ohne Synchronisierung. Die Auswahl des Systems ist von Fall zu Fall zu prüfen). —

— Kraftwerke der Oderstaustufen Janowitz und Koppen. Von Obering. Korn. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1925, H. 12, S. 251—259, mit 11 Abb. — (Beschreibung der Anlagen und der Turbinen mit Stirnräder-Getrieben: Janowitz: H = 2,55—3,05 m, N = 822 PS, n = 60/750; Koppen: H = 3,5 m, N = 1135 PS, n = 48/750. — Allgemeines über Getriebeturbinen). —

— Il grande impianto idro-elettrico del Ponale. (Das große Wasserkraftwerk am Ponale). Von Dr.-Ing. Model. — Sonderdr. aus „il Comune di Bologna" 1925, H. 9. — (Beschreibung mit 7 Abb. des Ponale-Kraftwerkes von Riva mit dem Ledro-See als Speicher von 45 Mio m³ Inhalt und 6 km langem Stollen. Kraftwerk mit 590 m Gefäll am Ufer des Garda-Sees bei Riva. Jahresleistung 250 Mio kWh. Fertigstellung Anfang 1928. Install. Leistung zunächst 2×25 000 PS, später 3×25 000 PS). —

— Das Wasserkraftwerk Partenstein in Oberösterreich. Von Ing. v. Troeltsch. — Z. d. V. d. I. 1925, H. 48, S. 1485—1492, mit 17 Abb. — (Hydrographische Grundlagen, Stauweiher v. 735000 m³, Nutzinhalt, Druckstollen, Wasserschloß, Rohrleitung 2400/2000 mm, Maschinenanlage: 3 vert. Spiralturbinen je 12700/15400 PS unter 155/178,7 m Gef., 600 n in Schachteinbau, Unterwasserstollen. Beschreibung der Turbinen). —

— Quelques installations d'accumulation par pompage récemment réalisées en france et à l'Etranger. (Neuere Pumpenspeicheranlagen in Frankreich und im Ausland). Von Chef.-Ing. Martin. — La houille blanche, 1925, H. 106, S. 129—135, und 107/108, S. 172—175, mit 25 Abb. — (Beschreibung verschiedener Anlagen und deren Pumpen: Viverone der S. A. El. d'Alta Italia, charakteristische Kurven der 5000-PS-Pumpen, Rückschlagventil; Hartmann et fils in Münster, Elsaß, beschrieben in dieser Zeitschr. 1924, S. 92, und Ergebnisse dieser industriellen Anlage). Die Speicheranlagen Ugine in Savojen, Belleville (5000-PS-Pumpen), Wäggital (5500-PS-Pumpen); Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit Dieselmotoren. —

Wasserkraftmaschinen. Die Turbinen-Versuchsanlage der A.-G. der Maschinenfabrik von Th. Bell & Cie., Kriens. Von Ingenieur Walter. —

Digitized by Google

Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 87, H. 9, S. 111—116, H. 10, S. 125—130, und H. 11, S. 146—148, mit 33 Abb. — (Beschreibung: Pumpenanlage von 3 m Gefälle und 3,025 m³/sec bis 106 m und 140 l/sec; Nieder- und Mitteldruckanlage: höhenverstellbarer Wasserkasten von 35 m³ Inhalt zur Gefällseinstellung zwischen 2—12 m bzw. Saughöhenverstellung von 1—10 m, Meßkanal, Oberwasserspiegel-Regulierung mit Oeldruckregler; die Meßeinrichtungen für H, Q, n und Axialschub; kleine Versuchsanlage für Vorversuche. Hochdruckanlage: Druckmessung mit Spezialmanometer, Nebenauslaß zur Konstanthaltung des Druckes, Einrichtung zur Untersuchung von Peltonrädern: Beobachtungskammer. Spurlager-Versuchsstand, vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 8, S. 107.)

— Die neue Versuchsanlage der Firma Riva (La nuova Sala Sperimentale delle „Costruzioni Meccaniche Riva"). Von Professor Marzolo. — L'energia elettrica, 1926, H. 2, . 93—103, mit 25 Abb. — (Eingehende Beschreibung der Versuchsanlagen: Pumpenanlage, Turbineneinbau-Möglichkeiten, Meßeinrichtungen für Wassermenge (Ueberfälle), Gefälle (Schwimmer), Leistung (Torsions-Dynamometer) zur Prüfung von Turbinen und Pumpen. Vier Kreiselpumpen auf gemeinsamer Welle mit 200-PS-Motor für 2,4 m³/sec bei 6,40 m Gefälle. — Angegliedert Reglerprüffeld und Materialprüfungsanstalt.)

Eingegangene Bücher.

Die Verbrennungsmotoren und deren Wartung. Von Ingenieur Emil Buck, Hamburg. Verlagsgesellschaft Deutscher Maschinisten und Heizer m. b. H., Berlin SO. 33. 1926, 286 Seiten, 208 Abbildungen, eine Tafel in Vierfarbenätzung. Preis in Ganzleinen RM. 10.—.

Vereinigung der Elektrizitätswerke, Statistik für das Jahr 1923 und für das Jahr 1924, 1084 Seiten (enthält für jedes Jahr die Werke, geordnet nach dem Alphabet, nach der Stromabgabe und nach der Betriebskraft, jeweils für Deutschland und die außerdeutschen Staaten, ferner für alle Werke die Leitungsdaten, Betriebsmittel, Erzeugungs- und Abgabedaten und statische Auswertungen) Dortmund 1925, beziehen durch die Geschäftsstelle der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin SW. 48, Wilhelmstraße 37, Preis RM. 75.—.

Wasserkraftmaschinen; eine Einführung in Wesen, Bau und Berechnung von Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlagen von Dipl.-Ing. L. Quantz, Stettin, 6. Auflage, 164 Seiten mit 207 Abbildungen. Berlin 1926, Verlag Julius Springer, Preis RM. 4.80.

Théorie des Chambres d'Equilibre. Etude du mouvement varié de l'eau dans les conduites sous pression munies d'un réservoir a libre expansion, suivie de renseignements complémentaires pour le calcul des chambres d'équilibre. Par Jules Calame et Daniel Gaden. — 271 Seiten mit 50 Abb., darunter 15 Abb. auf Tafeln. — Lausanne, 1926, Edition „La Concorde".

Buchbesprechungen

Gußbeton. Erfahrungen beim schweizerischen Talsperrenbau. Bericht der Gußbetonkommission, bearbeitet von Dipl.-Ing. Ed. Stadelmann. Herausgegeben vom schweizerischen Architekten- und Ingenieurverein, Fachgruppe für Beton- und Eisenbetoningenieure. 154 S. mit 54 Fig. 1925. Zu beziehen beim Verlag „Hoch- u. Tiefbau" A.G., Zürich 2, Alpenstr. 38. Preis: brosch. 10 Franken.

Das vorliegende Buch bezweckt die beim Bau der schweizerischen Talsperren (insbesondere Barberine, Wäggital und Jogne) von den beteiligten Bauleitungen und Unternehmungen angestellten weitreichenden und kostspieligen Untersuchungen und gesammelten Erfahrungen gegeneinander auszuwerten und für neue Ausführungen nutzbar zu machen. Wie schon der Titel sagt, werden dabei der bisherige Stand des schweizerischen Gußbetonverfahrens bei seinen Talsperrenbauten aufgezeigt und Anregungen zur weiteren Vervollkommnung dieses Verfahrens gegeben. Darüber hinaus hat der vorliegende Bericht der Gußbetonkommission aber auch Interesse für die gesamte Bauwelt, da sich ein großer Teil desselben auf den Beton im allgemeinen, seine Zusammensetzung, Herstellung und Verarbeitung bezieht.

Aus den interessanten Schlußfolgerungen, zu denen die Kommission hinsichtlich des Gußbetons gelangt ist, sei hier das Nachfolgende auszugsweise angeführt: Der Gußbeton ermöglicht im Gegensatz zum Stampfbeton die Herstellung eines homogeneren und dichteren Mauerwerks, was seinen Nachteil, nämlich die geringere Festigkeit gegenüber Stampfbeton, ohne Zweifel aufhebt. Bei richtiger Zusammensetzung von Zement, Sand, Kies und Wasser erfordert der Gußbeton also keine besondere Abdichtung der Oberfläche, um für die Praxis genügende Wasserdichtigkeit zu erzielen. Die Schwierigkeit beim Gußbetonverfahren liegt in der richtigen Regulierung der Zementdosierung und des Wasserzusatzes, so zwar, daß der Beton noch leicht zur Verwendungsstelle „fließt", ohne durch zuviel Wasser seine guten Eigenschaften zu verlieren. Ob Gußbeton mehr schwindet als Stampfbeton, ist nach dem Bericht noch nicht erwiesen; auf jeden Fall ist aber bei Konstruktionen aus Gußbetonmassen auf das Schwinden Rücksicht zu nehmen, desgleichen auch auf die Arbeitsfugen und auf die Anschlüsse nach Arbeitsunterbrechungen.

Alles in allem genommen ergibt sich, daß bei sorgfältiger Vorbereitung und richtiger Einbringung der Gußbeton das gegebene Baumaterial für große Mauerkörper in Ländern ist, in welchen die Handarbeit sehr teuer ist, und das Gußbetonverfahren die beste Baumethode bildet um in kurzer Zeit große Mauerwerksmassen herzustellen. Der Gußbeton bietet also in solchen Fällen Ersparnis an Zeit und Geld.

Der vorbesprochene Bericht bildet sicherlich für alle jene, welche sich mit Betonfragen beschäftigen, eine hochwillkommene Gelegenheit, sich die gesammelten Schweizer Erfahrungen und Untersuchungen zunutze zu machen. Jedenfalls kann die Neuerscheinung bestens empfohlen werden.

(W. 714). Dr.-Ing. Otto Streck, München.

Ueber das Wesen der Druckdifferenzmessung. Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt 1925.

Die Frage: Staurand, Düse und Venturirohr wird in der vorliegenden Schrift von 51 Seiten Umfang von Dr. Ing. Grunwald unter dem Gesichtspunkt der Eignung der drei Meßvorrichtungen näher untersucht. Für jedes der drei Meßverfahren werden die Koeffizienten, deren Ermittlung, der auftretende Druckverlust, die Berechnungsgrundlagen und die Verwendungsmöglichkeit ausführlich geschildert, wobei es sich ergibt, daß insbesondere der Staurand und die Düse für Gase und Dämpfe, das Venturirohr außerdem auch für Flüssigkeiten geeignet ist. Eine übersichtliche Tabelle gibt einen Vergleich der verschiedenen Werte und der Kosten für die drei Einrichtungen. Die Schrift

Digitized by Google

unterrichtet auch über die Anwendung der Verfahren für laufende Betriebsmessungen. (W. 474.) Rdl.

Elektroflaschenzüge. Demagzüge, die sich in vielen Tausenden von Ausführungen in allen Industrien und Gewerbezweigen eingeführt und bewährt haben, behandeln die vorliegenden Druckschriften Nr. 926 und 958 der Demag-Duisburg.

Diese Elektroflaschenzüge werden in fließender Fertigung auf Montageband hergestellt und sind wegen ihrer Einfachheit und großen Betriebssicherheit auch in rauhen, mit Säuredämpfen und Staub erfüllten Räumen die wirtschaftlichsten Hebezeuge. Sie werden für Tragkräfte von 125 bis 5000 kg bei Hubhöhen von 7,14 und 20 m gebaut, und zwar mit Oese zum Anhängen, mit Füßen zum Anschrauben an Decken, Fußböden oder Wänden sowie mit Fahrwerken für die Verwendung auf Laufbahnen. In niedrigen Räumen werden die Fahrwerke in Sonderausführung (lange oder kurze Katze) hergestellt, um niedrigste Bauart und damit größte Hubhöhe zu ermöglichen. Für größere Förderwege und höhere Fahrgeschwindigkeiten benutzt man Elektro-Fahrzüge mit ankuppelbarem Führersitz oder schnellfahrende Führersitzlaufkatzen mit eingebautem Zug. Durch Einschaltung von Weichen und Drehscheiben in die Laufbahnen können mit Hilfe dieser Züge leistungsfähige und niedrige Anlagekosten erfordernde Elektrohängebahnen geschaffen werden, die alle Stellen selbst eines umfangreichen Lagerplatzes zu erreichen gestatten. Auch zur Herstellung von Laufkranen sind in Einschienen- oder Zweischienenkatzen mit Hand- oder Elektrofahrwerk eingebaute Züge vorteilhaft geeignet. Durch Anordnung von Demag-Zügen an alte vorhandene Handhebezeuge jeder Art können diese in neuzeitliche elektrisch angetriebene Hebezeuge umgewandelt und wesentlich wirtschaftlicher gestaltet werden. Die Druckschriften stehen Interessenten kostenlos zur Verfügung. (W. 681).

Vereine — Versammlungen.

Aluminiumfilm und Innwerk.

Am 18. März führte das Innwerk, Bayerische Aluminium A.-G. vor einer großen Zahl von Gästen in der Technischen Hochschule den „Aluminium-Lehrfilm" vor, der einen interessanten Einblick in die Gewinnung und Verarbeitung dieses Metalles gab. In den Werken der Vereinigten Aluminium A.-G. aufgenommen, zeigt der Film die Aufbereitung des Bauxites mit lehrreichen Trickfilms über die grundsätzliche Wirkungsweise der dazu verwendeten umfangreichen Anlagen, wie Brecher, Mühlen, Filterpressen usw. auf dem Wege bis zur Tonerde (Aluminiumoxyd) das Verfahren und die praktische Ausübung der Schmelzflußelektrolyse bis zum handelsüblichen Aluminium und die ausgedehnten Anwendungsmöglichkeiten des Metalles in seiner Verarbeitung zu Draht, Blech und Folie sowie zu den Gegenständen des industriellen und täglichen Bedarfs. Besonders interessant wurde die Vorführung durch die erstmalige Darstellung des neuaufgenommenen Films, der den Energievernichter des Innwerkes auf dem Prinzip der vertikalen Walzenbildung[1]) bei Vollbelastung mit einer Vernichtung von 50 000 PS darstellt und die gute Wirksamkeit durch das ruhige Abströmen des Wassers zeigt. Ein erläuternder Vortrag gab die hauptsächlichen Daten über das Innwerk mit einigen Bildern und sorgte für das Verständnis des Vorganges bei der Aluminiumherstellung. (W. 745).

Hydraulische Hochspeicher - Akkumulierungsanlage bei Dampfkraftwerken behandelte Direktor Dipl.-Ing. Binswanger am 14. April vor dem Elektrotechnischen Verein München. Es erscheint zunächst absurd, die mit Kohle (hier mit Braunkohle) erzeugte Arbeit auf hydraulischem Wege in einer Hochspeicheranlage zu speichern, da für die aus dem Speicher zu entnehmende Arbeit rund die doppelte Kohlenmenge verfeuert werden muß, wie bei direkter Lieferung. Die vorliegende Frage ist bei einem rheinischen Braunkohlengroßkraftwerk aufgetreten, wo es sich darum handelte, die zweimaligen werktäglichen Spitzen mit Leistungen bis zu rund 18 000 kW entweder durch Vergrößerung der Dampfkraftanlage oder auf diesem Wege herzuschaffen. Für die Hochspeicheranlage stand einerseits die abgebaute Tagbausohle als Unterbecken, anderseits die Halde als Platz für das Druckbecken zur Verfügung mit einer Höhendifferenz von 80—100 m für verschiedene Varianten. Das Wasser bleibt im Kreislauf, zu ersetzen ist nur der unbedeutende Verdunstungsverlust und Versickerungsverlust. Nach eingehender technischer Beschreibung insbesondere der interessanten Einzelheiten der Betonauskleidung des Druckbeckens auf der losen Anschüttung der Halde mit einem Fassungsvermögen von 170 000 bzw. 400 000 m³ und der Maschinenanlage mit zwei bzw. drei Aggregaten je aus Spiralturbine von 8000—10 000 PS, Synchronmaschine und Pumpe bewies der Vortragende an Hand genauer Zahlen und Vergleichsrechnungen, daß trotz einer für die hydraulische Speicherung aufzuwendenden Dampf-Mehrarbeit von zum Beispiel wöchentlich 273 000 kWh eine Minderung des Kohlenverbrauches um wöchentlich 430 t eintritt, deswegen, weil der Wirkungsgrad des Dampfteiles infolge der Vergleichmäßigung der Kesselbelastung von rund 14,1% auf 15,6% ansteigt, so daß, trotzdem auch für die hydraulische Anlage je nach der gewählten Variante um 45% bzw. 100% mehr an Baukapital aufzuwenden ist wie für die Dampfanlagenerweiterung, die Wirtschaftlichkeit der Speicherung durch mit Kohle hochgepumptes Wasser erwiesen ist. Die bemerkenswerten Ausführungen fanden reichen Beifall. (W. 743.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 1. 6. 26.

84a, 3. 427 896. Maxime Laqueille, Valenciennes, Frankr.; Selbsttätiges Segmentwehr. 15. 7. 24. L. 60 718.

84a, 4. 428 079. Georges Loppens, Lüttich; Staudamm. 29. 5. 24. L. 60 313.

88a, 6. 427 996. Société Anonyme Schneider Jaquet & Cie., Straßburg-Königshofen, Elsaß; Geschwindigkeitsregler für Wasserturbinen. 9. 2. 23. Sch. 67 074.

[1]) Vgl. „Wasserkraft-Jahrbuch 1924", S. 394, Kennerknecht, Entlastungsvorrichtung bei Wasserkraftanlagen. Ueber den Energievernichter des Innwerkes berichten wir auf Grund der Betriebserfahrungen in einem der nächsten Hefte noch näher.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 10 **München, 15. Mai 1926** **21. Jahrgang**

Ueber eine Integration hydrodynamischer Grundgleichungen und Flüssigkeitsströmungen in Rotationshohlräumen.

Von Dipl.-Ing. Mauritz Treer, Budapest.

Unsere mit Flüssigkeiten arbeitenden Maschinen geben geometrische Bedingungen für die Bahn der Flüssigkeitselemente, weshalb wir aus diesem Anlasse die von Bewegungsgleichungen bedingten geometrischen Eigenschaften der Bahn untersuchen werden und dann mit Hilfe dieser Untersuchungen Bewegungen in Rotationshohlräumen diskutieren.

I.

Die ideale Flüssigkeit ist ein Punkthaufen mit einer Dichte, die Funktion einer skalaren Spannung ist. Das bedeutet die Existenz der folgenden zwei Gleichungen:

$$\gamma = \lim \frac{\Delta q}{\Delta v} = f(p) \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$p = p_x = p_y = p_z = f(x, y, z, t) \quad \ldots (2)$$

wo $\gamma = \gamma_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{k}}$ das spezifische Gewicht für ideales Gas und γ = const. dasselbe für eine tropfbare Flüssigkeit, q das Gewicht des v Volumens, p die Spannung, p_x. p_y, p_z dieselben in drei willkürlichen Richtungen x, y, z die Koordinaten des Punktes und t die Zeit ist.

Die Eulerschen Grundgleichungen sind nun Transformationen der dynamischen Grundgleichung:

$$m \frac{\overrightarrow{dv}}{dt} = \overrightarrow{P} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

mit Hilfe der (1) und (2).

Untersuchen wir die Form der Eulerschen Gleichungen in einem sogenannten natürlichen Koordinatensystem, welches so aufgenommene Achsenrichtungen hat, daß die Geschwindigkeit des Flüssigkeitelementes mit X, die Normale der Bahn mit Y, und die Binormale deren mit der Z Achse zusammenfällt. Nun können wir die auf ein Flüssigkeitselement ausgeübte Kraft sehr zweckmäßig in der Richtung der Tangente, der Normale, und der Binormale in Komponenten zerlegen, und zwar:

$$P_t = m \cdot \frac{dv}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

$$P_n = m \cdot \frac{v^2}{\varrho_t} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

$$P_b = 0 \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

wobei ϱ_t der Krümmungsradius der Bahn des Flüssigkeitselementes in der Schmiegungsebene ist.

Die Masse des Flüssigkeitselementes ist aber $m = \frac{\gamma}{g} \cdot d\xi \cdot d\eta \cdot d\zeta$, die X Komponente der von Massenkräften verursachten Beschleunigung ist X, dieselbe von Druckdifferenz an den zwei Seiten herrührend ist $-\left(\frac{\partial p}{\partial \xi} \cdot d\xi\right) \cdot d\eta \cdot d\zeta$, die Summe deren zweien gibt $\frac{P_t}{m}$. Ähnlicher Weise für η und ζ Achsen bekommen wir $\frac{P_n}{m}$ und $\frac{P_t}{m}$. Alle drei Werte einsetzend in (4), (5) und (6) Gleichungen, wie es bei Ableitung der Eulerschen Gleichungen üblich ist, bekommen wir eine Form deren:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial \xi} = X - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial \xi} \quad \ldots\ldots (7)$$

$$\frac{v^2}{\varrho_t} \quad Y - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial \eta} \quad \ldots\ldots (8)$$

$$0 = Z - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial \zeta} \quad \ldots\ldots (9)$$

Diese Gleichungen sind aber nur im Mittelpunkte des Koordinatensystems gültig, weshalb jeder ein Punkt der Strömung eigene Koordinatenachsen X, Y, Z hat, welche in der Richtung der Tangente, der Normale und der Binormale zufallen müssen. Deswegen werden wir die Strömungen durch ein System dreier Kurvenscharen untersuchen. Durch jeden Punkt des mit Flüssigkeit ausgefüllten Raumes geht eine Kurve aller drei Kurvenscharen und die drei Tangenten stehen rechtwinkelig zueinander. Wir definieren unsere Kurvenscharen durch die Bedingung, daß die drei Tangenten in jedem Punkte die Richtungen der X, Y, Z Koordinatenachsen geben, passend den oben abgeleiteten (7)—(9) Gleichungen. Wir werden die erste Kurvenschar, deren Tangenten die X Koordinatenachsen geben (wie es allgemein für stationäre Strömungen üblich ist) Stromlinien, die zweite mit Tangenten als Y Koordinatenachsen Normallinien und die dritte mit denselben als Z Koordinatenachsen Binormallinien nennen. Eine Charakterisierung der Flüssigkeitsströmungen durch Kurvenscharen, besonders mittels sogenannten Φ und Ψ Funktionen ist bei dem zweidimensionalen Problem ein viel angewandter Weg. Wir gehen nur weiter im Verallgemeinern durch sinngemäße Anwendung derselben für Raumprobleme. Außerdem werden wir dieses System zur Orientierung ausnützen, indem ein Flüssigkeitspunkt im Raume gegeben ist durch den drei Bogenlängen ξ, η, ζ,

Digitized by Google

welche an betreffender Kurve aufgemessen der Flüssigkeitspunkt von einem Anfangspunkte zu erreichen ist. Dieses natürliche Koordinatensystem gibt also in jedem Punkte mittels der Tangenten die X, Y, Z Achsen und die (7)—(9) Relationen die hydrodynamischen Bewegungsgleichungen mit einer Gültigkeit für diesen.

Die oben erwähnten Gleichungen können für stationäre Strömungen mit Vernachlässigung der Massenkräfte integriert werden, nämlich die Gleichung (7) gibt dann die Bernoullische Gleichung:

$$\frac{v_2}{2g} + \frac{p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} - p_0^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}}{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}\cdot\gamma_0\cdot p_0^{\frac{-1}{\varkappa}}} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

p_0 und γ_0 unveränderlich nur längs einer Stromlinie ist, aber eine Funktion von η und ζ werden kann. p_0 ist für jeder Stromlinie der Staudruck, also der Flüssigkeitsdruck im Staupunkte, wo die v Geschwindigkeit null ist.

Die Geschwindigkeit v aus dieser Gleichung in (8) einsetzend bekommen wir eine Differentialgleichung:

$$\frac{\partial p}{\partial \eta} - \frac{2\varkappa}{(\varkappa-1)\varrho_t}\cdot p + \frac{2\varkappa\, p_0^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa}}}{(\varkappa-1)\varrho_t}\cdot p^{\frac{1}{\varkappa}} = 0 \quad \ldots (11)$$

die nicht linear ist, aber mit der sogenannten Bernoullischen Substitution zu einer Bedingungsgleichung führt, deren Veränderlichen zertrennbar sind. Dann ist die Lösung:

$$p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} = e^{\int \frac{2}{\varrho_t} d\eta}\left[-\int\left(\frac{2}{\varrho_t} p_0^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\cdot e^{-\int \frac{2}{\varrho_t} d\eta}\right)\cdot d\eta + C\right] \quad (12)$$

Endlich die Gleichung (9) spricht die Unveränderlichkeit des Druckes längs einer Binormallinie aus:

$$p = f(\xi, \eta) \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

Den dreien (10), (12) und (13) Gleichungen tritt die Bedingung der Kontinuität zu, als Folge der (1) Gleichung. Nehmen wir ein Viereck mit Seiten $\Delta\eta$, und $\Delta\zeta$, in der (η,ζ) Ebene, dann wird die Fläche dieses Dreiecks mit einem $\Delta\xi$ Stromilinistücke weiter $\Delta\eta\cdot\Delta\zeta$ sein und die Kontinuitätsgleichung können wir folgend aufschreiben:

$$\gamma\cdot v\cdot\Delta\eta\cdot\Delta\zeta = \gamma_0\cdot v_0\cdot\Delta\eta_0\cdot\Delta\zeta_0 \quad \ldots\ldots (14)$$

Differenzenquotient nach $\Delta\xi$ bildend von dieser Gleichung:

$$\frac{\Delta\gamma\cdot v}{\Delta\xi}\cdot\Delta\eta\cdot\Delta\zeta + (\gamma\cdot v)\frac{\Delta(\Delta\eta\cdot\Delta\zeta)}{\Delta\xi} = 0 \quad \ldots (15)$$

in welcher wir $\Delta\eta$ und $\Delta\zeta$ mit Hilfe ϱ_n und ϱ_b — die die Krümmungsradien der Normallinie beziehungsweise der Binormallinie — annähern können:

$$\lim_{\Delta\xi = 0} \Delta\eta = \Delta\eta_0\left(1 + \frac{\Delta\xi}{\varrho_n}\right) \quad \ldots\ldots (16)$$

$$\lim_{\Delta\xi = 0} \Delta\zeta = \Delta\zeta_0\left(1 + \frac{\Delta\xi}{\varrho_b}\right) \quad \ldots\ldots (17)$$

So geht aber der Differenzenquotient (15) in Differentialgleichung über:

$$\frac{\partial(\gamma\cdot v)}{\partial\xi} + \gamma\cdot v\left(\frac{1}{\varrho_n} + \frac{1}{\varrho_b}\right) = 0 \quad \ldots\ldots (18)$$

dessen Lösung:

$$\gamma\cdot v = c\cdot e - \int\left(\frac{1}{\varrho_n} + \frac{1}{\varrho_b}\right) d\xi \quad \ldots\ldots\ldots (19)$$

wo c konstant wiederum nur für ξ ist.

Dieser Form der Kontinuitätsgleichung bietet uns die Möglichkeit zu eliminieren die Geschwindigkeit v in der Bernoullischen Gleichung:

$$\frac{1}{2g}\cdot\left(\frac{c}{\gamma_0}\right)^2\cdot\left(\frac{p}{p_0}\right)^{2\varkappa} - e^{-\int\left(\frac{1}{\varrho_n} + \frac{1}{p_0}\right) d\xi} + \frac{p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} - p_0^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}}{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}\cdot\gamma_0\cdot p_0^{\frac{1}{\varkappa}}} = 0 \quad (20)$$

welches auch den Druck p aus der Gleichung (12) zu eliminieren erlaubt und dann kämen wir zu einer Relation zwischen den geometrischen Größen ϱ_t, ϱ_n und ϱ_b bei gegebenen Randbedingungen. Die ist dann eine ausreichende und einzig notwendige Bedingung für Möglichkeit einer Flüssigkeitsströmung.

Die Existenz solcher Relation leitet aber das physikalische Problem der Flüssigkeitsströmung in eine geometrische Aufgabe und stellt zur Verfügung damit Lösungsmethoden analytische (die für die Potentialströmungen üblich angewandt werden) ebenso, als graphische, wie es untenstehend folgt. (W. 508.)

(Fortsetzung folgt.)

Energievernichter.

Von Privatdozent Dr. Armin Schoklitsch, Zivilingenieur in Graz.

Die Vernichtung der Energie des Wassers, das durch Entlastungsvorrichtungen von Kraftanlagen abfließt, bildete seit jeher für den entwerfenden Ingenieur eine schwierige Aufgabe, der auf rechnerischem Wege nicht beizukommen ist. Da die Erfahrungen bei den älteren Anlagen wenig erfreulich waren, wurde fast bei jeder neuen Kraftanlage die Energievernichtung in anderer Weise versucht, wobei man bestrebt war, die Mängel der älteren Ausführungen zu beseitigen. Die Mannigfaltigkeit dieser Versuche führt ein Bericht von F. Kennerknecht[1] vor Augen, der auch ein deutliches Bild der Unsicherheit gibt, die auf diesem Gebiete herrscht.

In der Erkenntnis, daß Beobachtungen an Modellen am ehesten Anhaltspunkte für die zweckmäßigste Gestaltung eines Energievernichters geben müßten, wurden vom Verfasser eine Reihe von Versuchen an Energievernichtermodellen, denen das Wasser mit freiem Spiegel zulief, angestellt. In erster Linie handelte es sich darum, die zweckmäßigste Querschnittsform eines Energievernichters zu ermitteln; Beobachtungen und Versuche an dreißig verschiedenen Ausführungen führten schließlich zu der in Abb. 1 dargestellten Form, für die nun Bemessungsregeln zu suchen waren. Die weiteren Versuche wurden in einer eigenen Anlage (Abb. 2) ausgeführt, die die Beobachtung der Wasserbewegung im Energievernichter durch Spiegelscheiben und die Herstellung photographischer Aufnahmen erlaubte. Die Absturzhöhen des Wassers konnten zwischen 0,3 und 2,0 m verändert und außerdem die Länge des Tosbeckens (α H), die Höhe der Gegenschwelle (β H) und die Tiefe des Beckens (ϵ H) verschieden eingestellt werden.

Um die Versuchsergebnisse von der Neigung des Abfallbodens unabhängig zu machen, wurde am Ende desselben eine nach einem Kreisbogen gekrümmte Fläche angeschlossen, die das in den Energievernichter fließende Wasser in die wagrechte

[1] Kennerknecht, Entlastungsvorrichtungen bei Wasserkraftanlagen, Wasserkraftjahrbuch 1924, Verlag Richard Pflaum, A.G. München, S. 389.

Digitized by Google

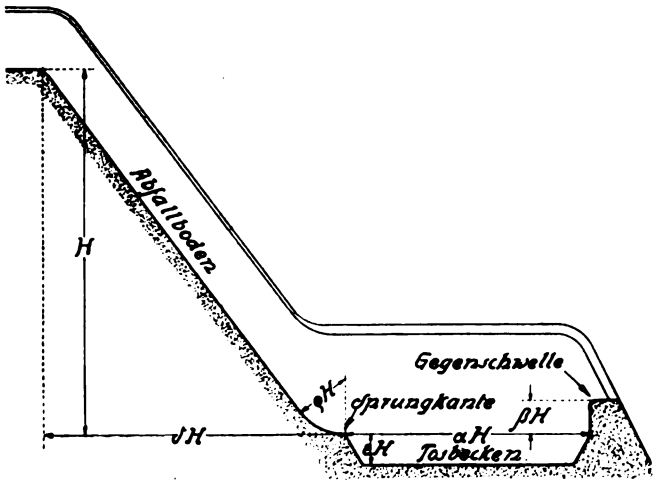


Abb. 1. Schema des Energievernichters.

Richtung umlenkt. $\varrho = 0{,}15$ ergibt den kleinsten Radius dieses Bogens, der noch verläßlich die angestrebte Umlenkung des ankommenden Wassers gewährleistet und mit diesem Minimalradius wurden auch alle später dargestellten Versuche ausgeführt. Bei allen Versuchen wurde für die Neigung des Abfallbodens $\delta = 0{,}75$ gewählt.

Die genaue Verfolgung der Wasserbewegung im Energievernichter ließen bald erkennen, daß sich die Bewegungsweise bei gewissen Ergüssen sprunghaft ändert und daß es schließlich einen kritischen Erguß gibt, bei dessen Ueberschreitung der Energievernichter versagt. Tritt der Energievernichter in Tätigkeit, so bewegt sich bei geringen Ergüssen der Ueberfallstrahl durch das Becken nach dem Schema Abb. 3a, zwischen zwei Wasserwalzen durch, die im wesentlichen die Energievernichtung besorgen. Steigt der Erguß weiter an, so wird bei geringen Höhen der Gegenschwelle die Deckwalze immer mehr gegen die Gegenschwelle vorgetrieben, wobei der Ueberfallstrahl fußfrei wird (Abb. 3b); bei weiterer Zunahme des Ergusses schlägt der Strahl dann plötzlich gegen die Sohle herab und bewegt sich nach dem Schema Abb. 3c, wobei die Deckwalze wieder bis zur Sprungkante reicht. Bei größerer Höhe der Gegenschwelle schlägt der Strahl gegen die Sohle herab, ohne daß der Strahl fußfrei wird. Nimmt der Erguß dann noch weiter zu, so wird endlich die kritische Wassermenge erreicht, bei der die Deckwalze abermals gegen die Gegenschwelle vorgetrieben (Abb. 3d) und der Strahl wieder fußfrei wird und der Vernichter versagt.

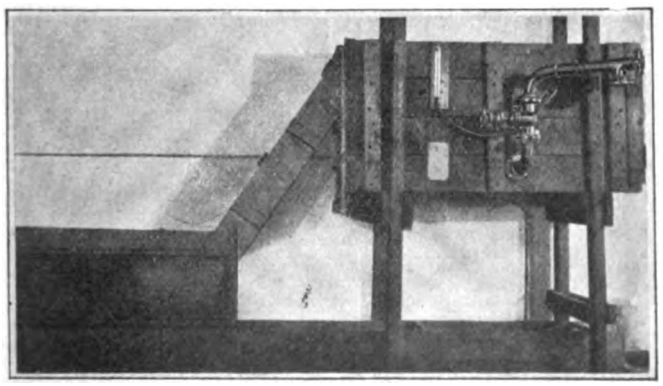


Abb. 2. Anlage zur Durchführung von Versuchen mit Energievernichtern.

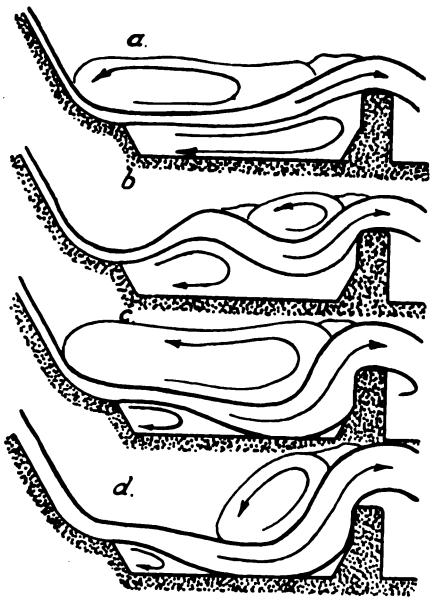


Abb. 3. Bewegungsweise des Wassers im Energievernichter.

Für verschiedene Abmessungen des Energievernichters wurden nun jene Wassermengen gemessen, bei denen der Ueberfallstrahl a) eben fußfrei wird, b) der Strahl zur Sohle hinschlägt und die Deckwalze den Strahlfuß wieder deckt und c) der Strahl neuerlich fußfrei wird und der Energievernichter versagt. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in den Abb. 4 und 5 graphisch dargestellt, wobei wagrecht Durchflüsse pro Meter Breite bei Absturzhöhen von $H = 1{,}20$ m und lotrecht die Höhen der Gegenschwelle aufgetragen sind. Die in den Auftragungen wagrecht schraffierten Flächen entsprechen dem Intervall zwischen a und b, in denen der Strahl zwar vorübergehend fußfrei wird, der Energievernichter aber nicht versagt und in seiner Arbeitsweise nur Schönheitsfehler aufweist. Die kreuzweise schraffierten Flächen hingegen entsprechen jenem Gebiete, in dem der Energievernichter versagt; wo keine solchen Flächen eingezeichnet sind, konnte mit den verwendeten Ergüssen dieses Stadium nicht erreicht werden. Beim Entwurfe eines Energievernichters soll das wagrecht schraffierte Gebiet womöglich, das kreuzweise schraffierte aber unbedingt durch entsprechende Wahl der Abmessungen vermieden werden.

Eine Reihe photographischer Aufnahmen (Abb. 6) der Bewegungsweise des Wassers im Energievernichter möge die vorhergegangene Schilderung ergänzen und beleben; diese Aufnahmen wurden bei den Ergüssen $\frac{1.315\ Q}{H^{1,5}} = 0{,}0250$, 0,0375, 0,5000, 0,0625, 0,0750 und 0,1000 m²/sec ausgeführt. In den graphischen Darstellungen Abb. 4 und 5 sind die photographierten Stadien überdies kenntlich gemacht. Bei allen Aufnahmen wurde klares ungefärbtes Wasser verwendet; die wolkenartige Schattierung in den Bildern rührt von Luftblasen her, die der Ueberfallstrahl beim Untertauchen ins Tosbecken sehr reichlich mit sich reißt.

Die Messungen, die zu den Auftragungen in den Abb. 4 und 5 führten, wurden derart ausgeführt, daß mit geringen Ergüssen Q begonnen und diese dann allmählich gesteigert wurden; wird der Versuch umgekehrt ausgeführt, derart, daß also der Erguß

Digitized by Google

nach und nach verringert wird, so ergibt sich ein wesentlich anderes günstigeres Bild, indem dann die wagrecht schraffierten Flächen ausbleiben und der Strahl ohne fußfrei zu werden, sich von der Sohle ablöst und gegen die Oberfläche schlägt. Abbildung 7 gibt Gegenüberstellungen der Strömungsbilder bei zwei Ergüssen, wobei die beiden oberen Bilder dem Anstieg des Ergusses entsprechen, bei denen der Strahl fußfrei ist und das Arbeiten im wagrecht schraffierten Gebiet der Abb. 4 und 5 erfolgt, während beim Rückgang des Ergusses sich die beiden unteren Bilder ergeben, der Strahl also von der Deckwalze überdeckt ist. Bedingung für das Zustandekommen dieser Erscheinung ist allerdings, daß beim Anwachsen des Ergusses der Anstieg bis über den in den Abb. 4 und 5 wagrecht schraffierten Bereich hinaus erfolgt ist.

Den Einfluß der Tiefenlage der Tosbeckensohle unter der Sprungkante führt die Abb. 8 deutlich vor Augen, während die Abb. 9 die Wichtigkeit einer richtigen Bemessung der Höhenlage der Gegenschwelle erkennen läßt.

Bei starken Belastungen kurzer Energievernichter steigt der Erguß, wie es Abb 10a veranschaulicht, mitunter etwas über die Gegenschwelle an, wodurch der Grad der Energievernichtung geringfügig verringert wird; diesem Uebelstande kann entweder durch Verlängerung des Tosbeckens (Abb. 10b und c) oder durch Einbau von Querrippen in der Tosbeckensohle (Abb. 10d, e und f) abgeholfen werden.

Die Abb. 4 und 5 können nun unter Rücksichtnahme auf die bekannten Modellregeln ohne weiteres zur Bemessung von Energievernichtern verwendet werden; die Bemessung ist

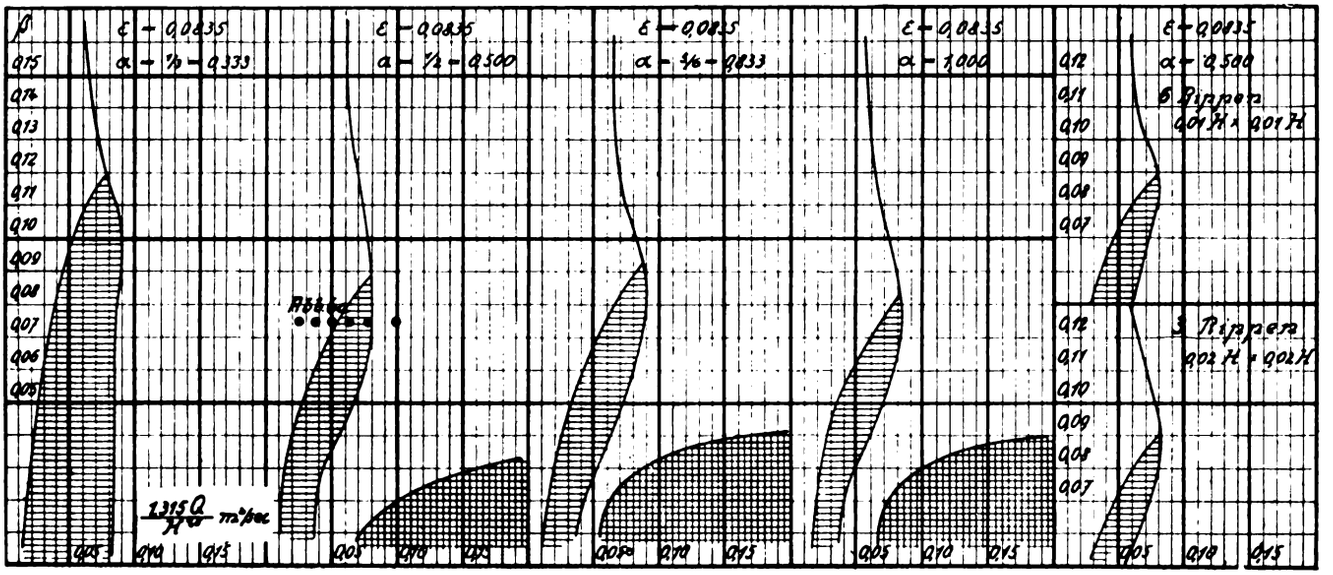


Abbildung 4.

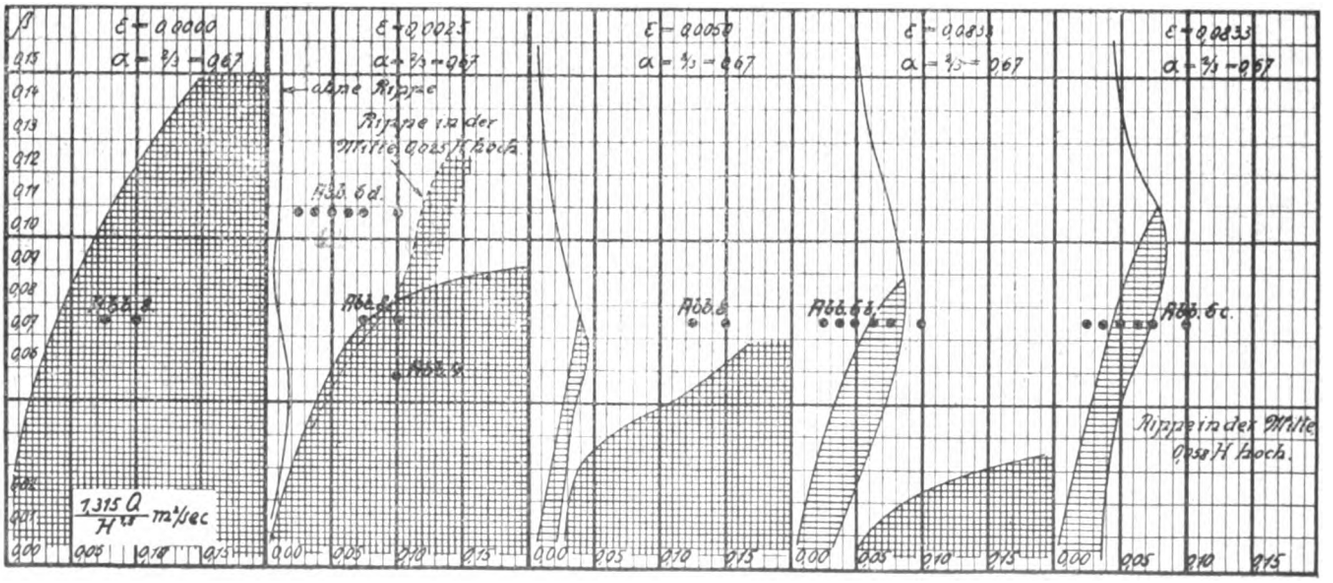


Abb. 5. Charakteristiken von Energievernichtern.

Digitized by Google

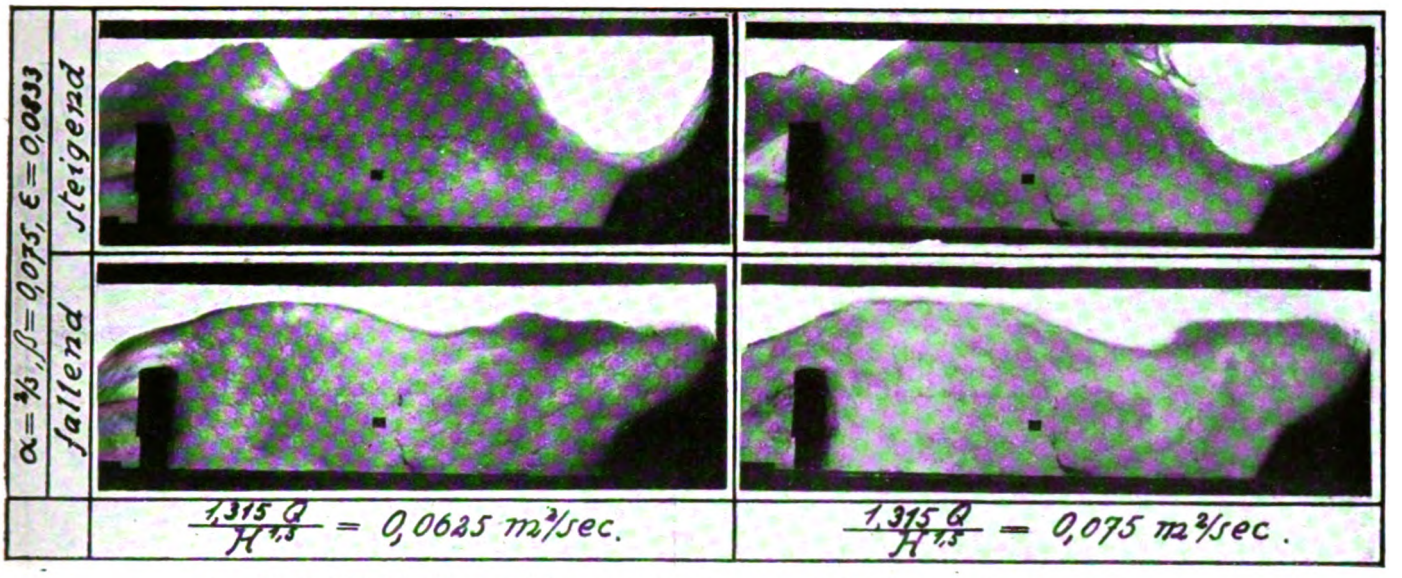


Abb. 7. Einfluß der Wasserstandsbewegung auf die Bewegungsweise des Wassers im Energievernichter.

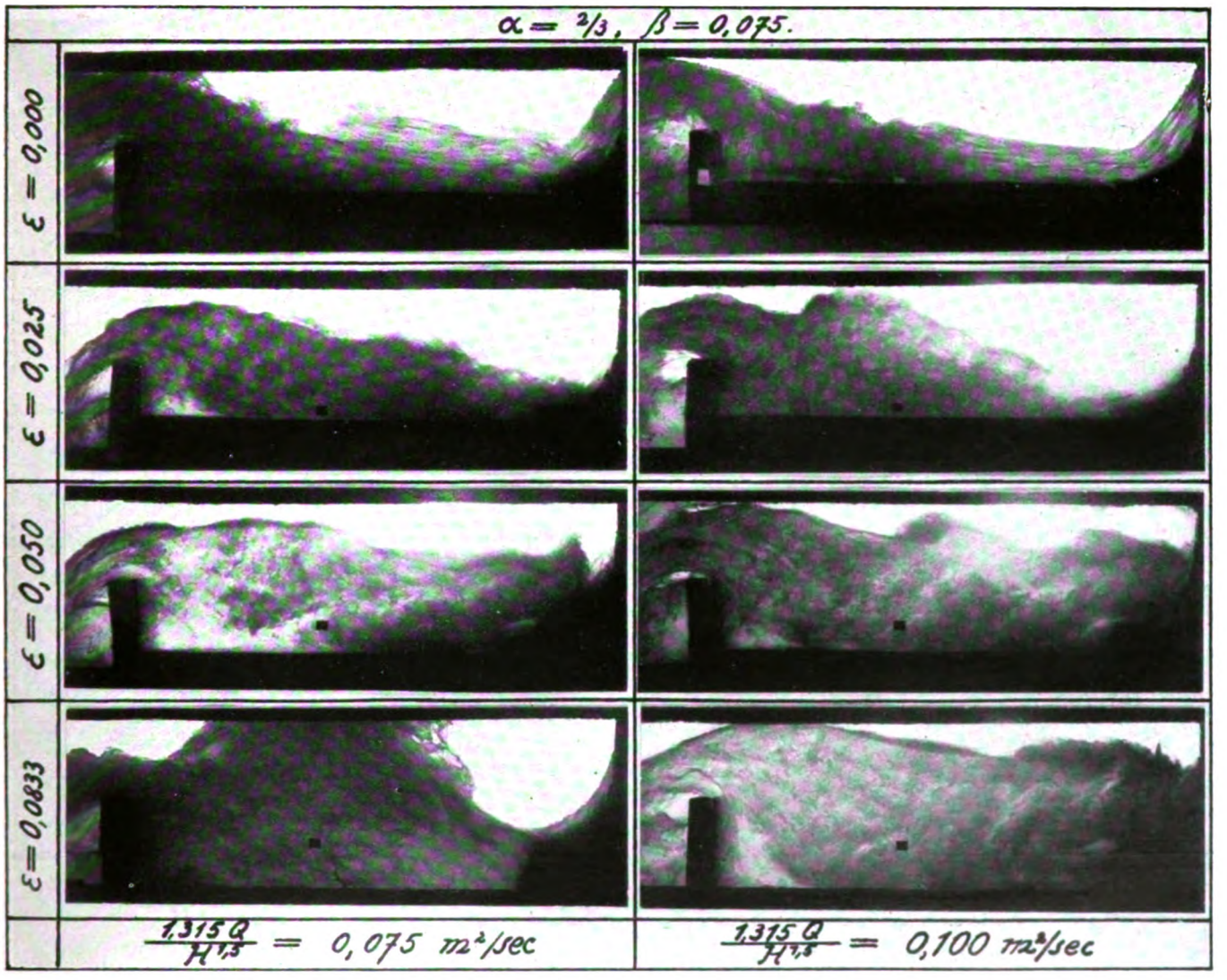


Abb. 8. Einfluß der Tiefe des Tosbeckens auf die Bewegungsweise des Wassers.

Digitized by Google

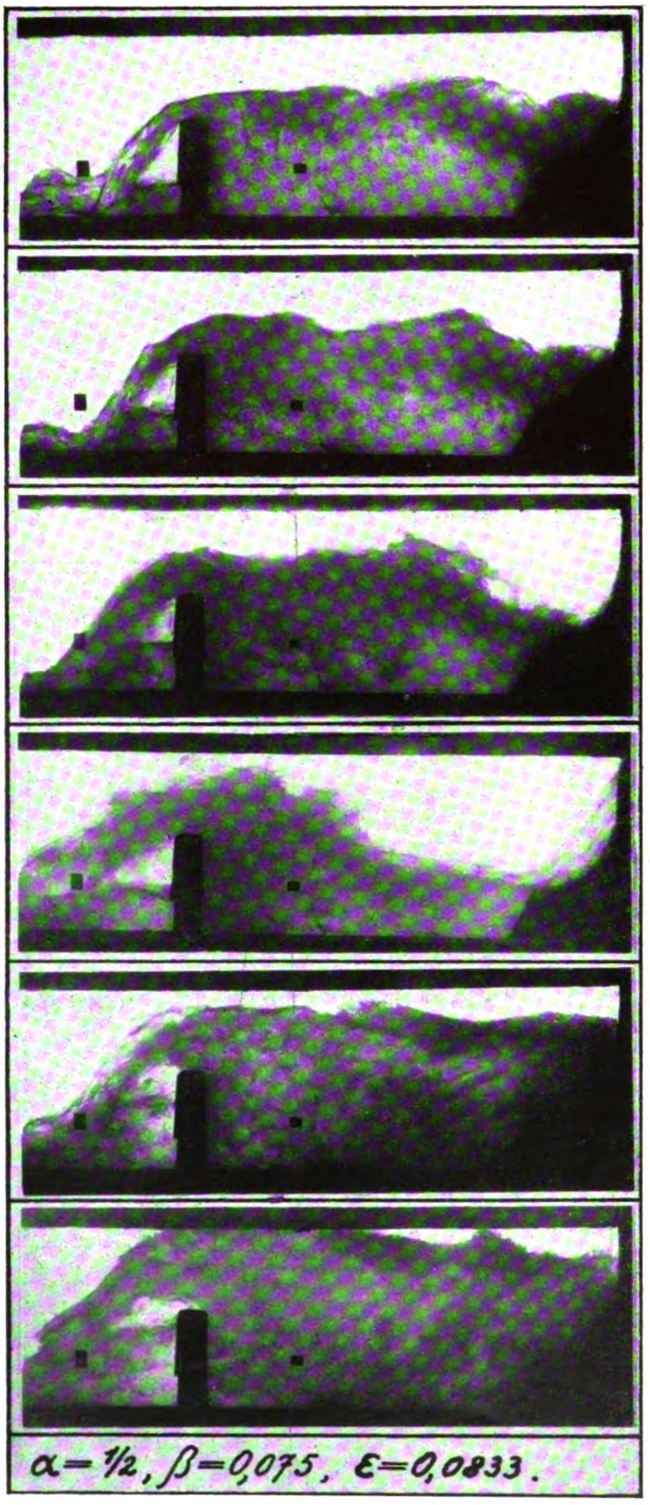


Abb. 6a. Bewegungsweise des Wassers bei verschiedenen Ergüssen.

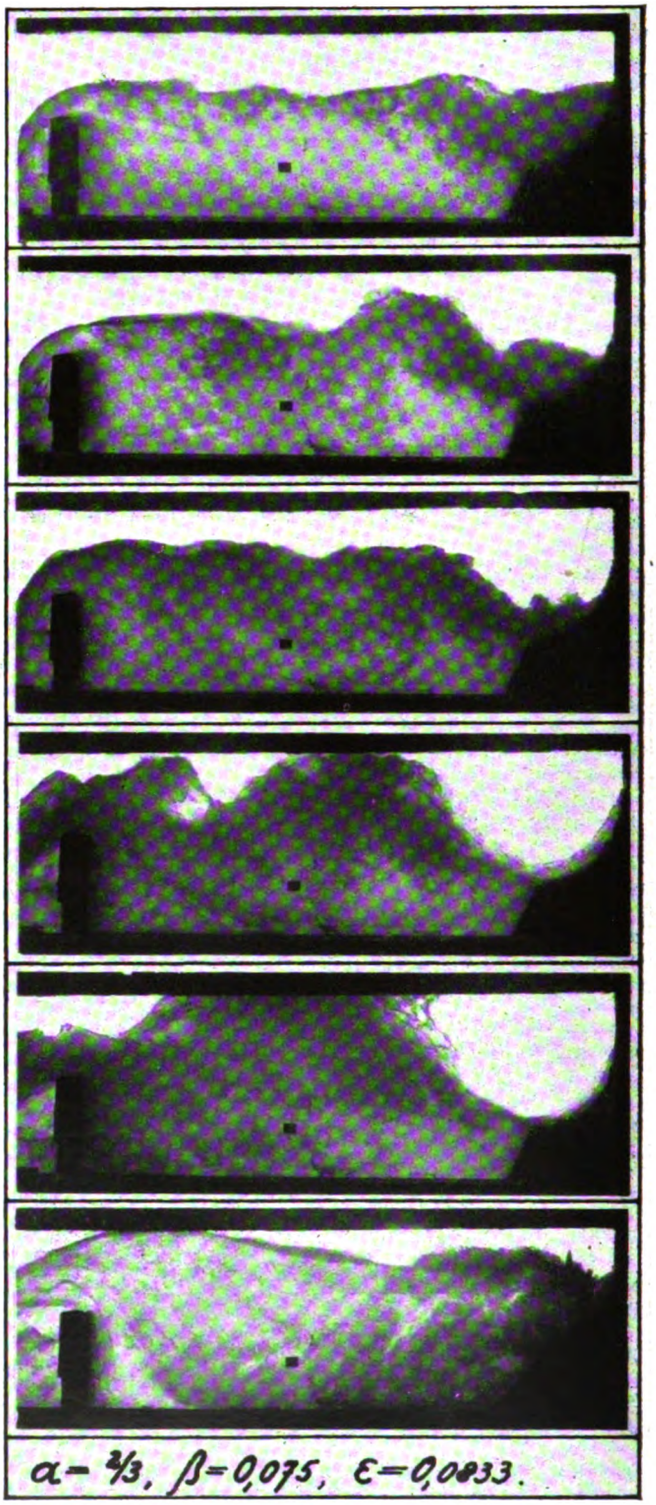


Abb. 6b. Bewegungsweise des Wassers bei verschiedenen Ergüssen.

Digitized by Google

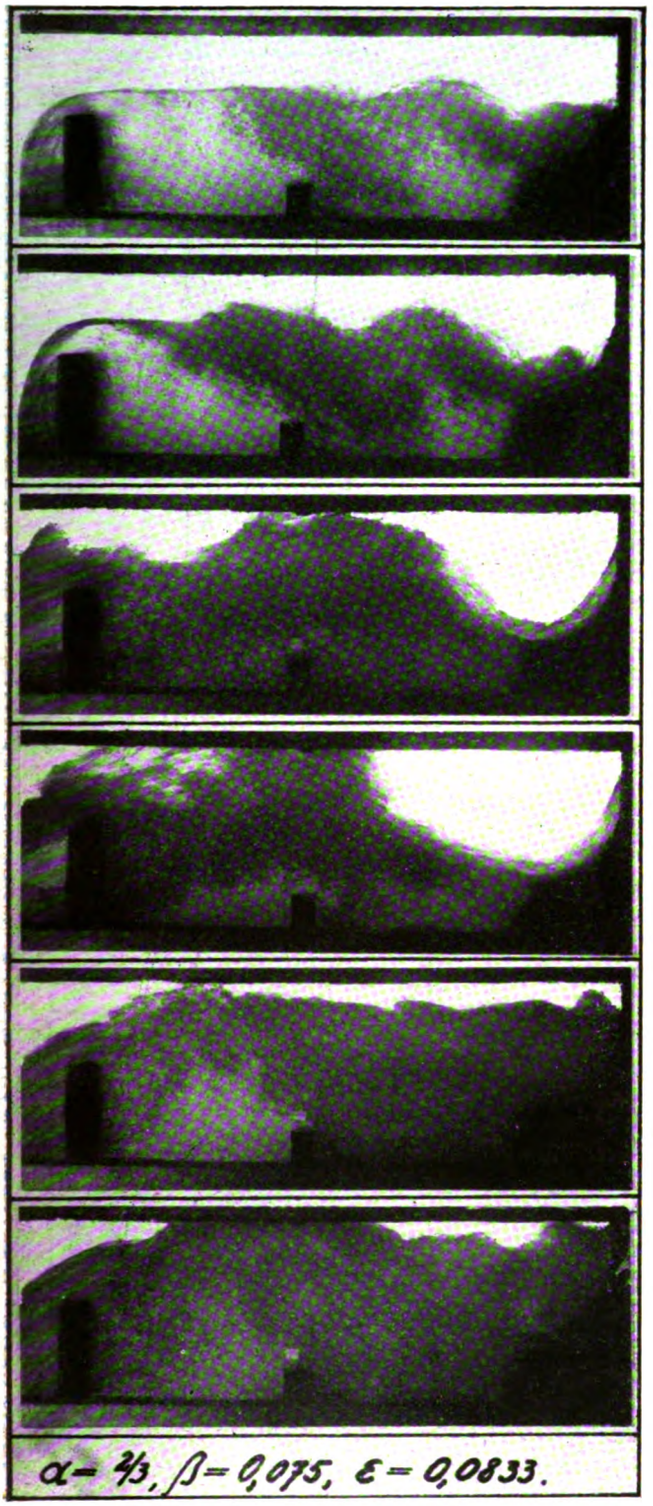


Abb. 6c. Bewegungsweise des Wassers bei verschiedenen Ergüssen.

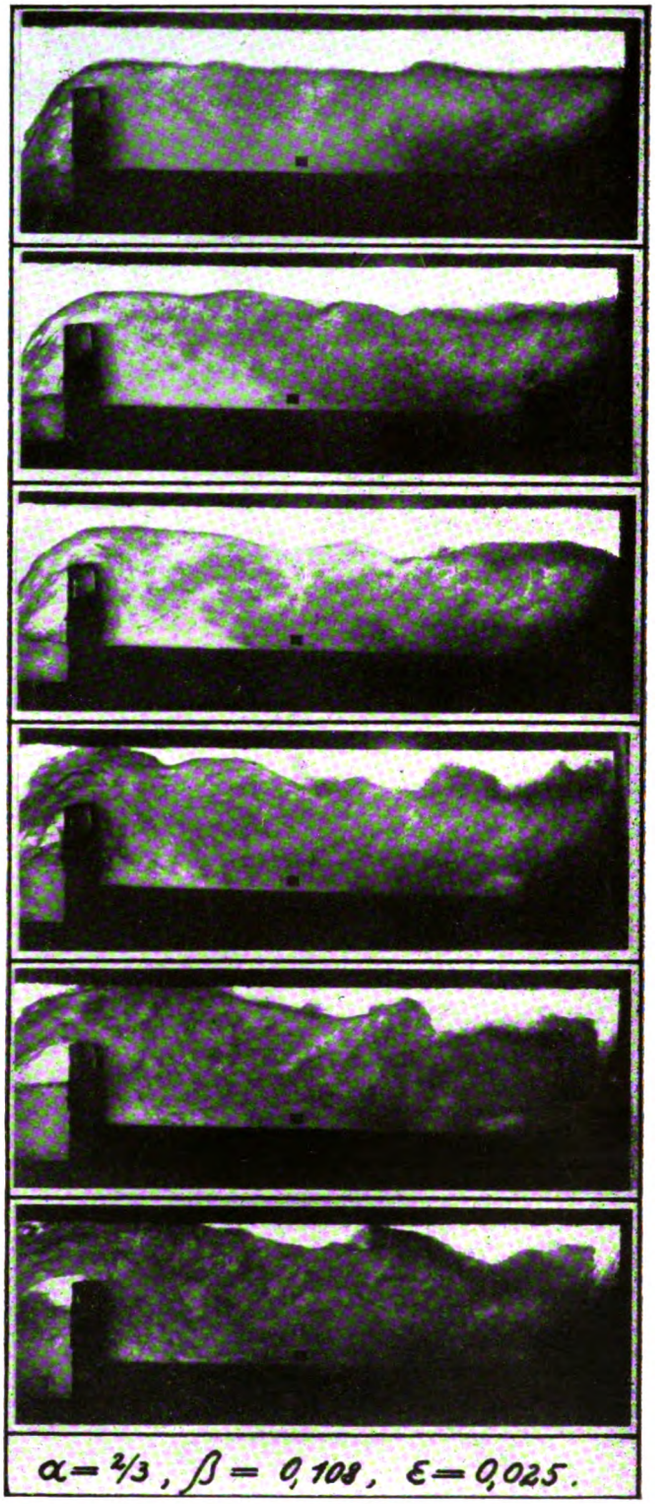


Abb. 6d. Bewegungsweise des Wassers bei verschiedenen Ergüssen.

Digitized by Google

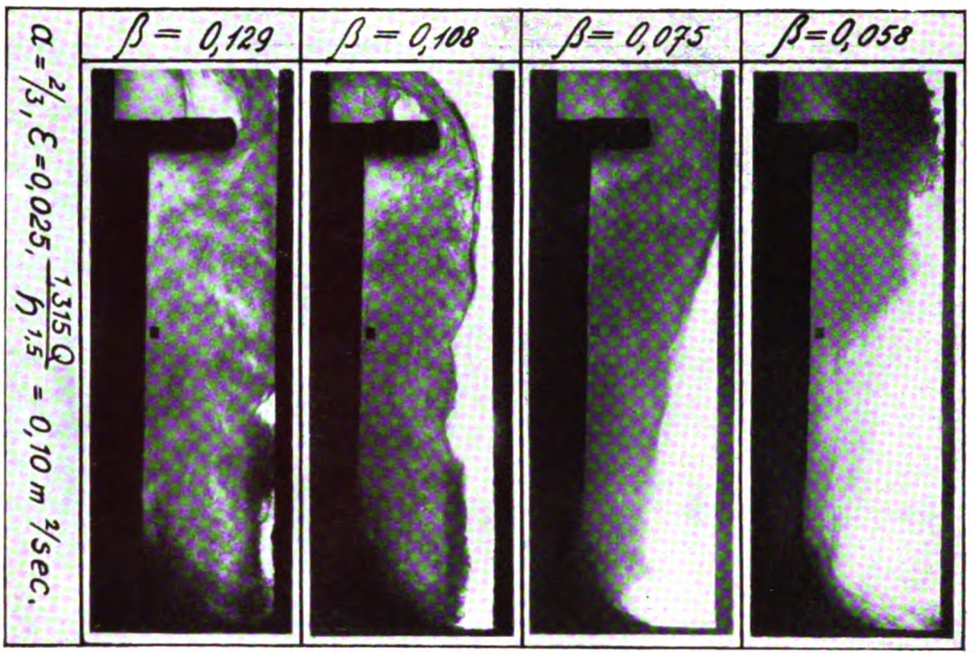


Abb. 9. Einfluß der Höhe der Gegenschwelle ($\beta : H$) auf die Bewegungsweise des Wassers.

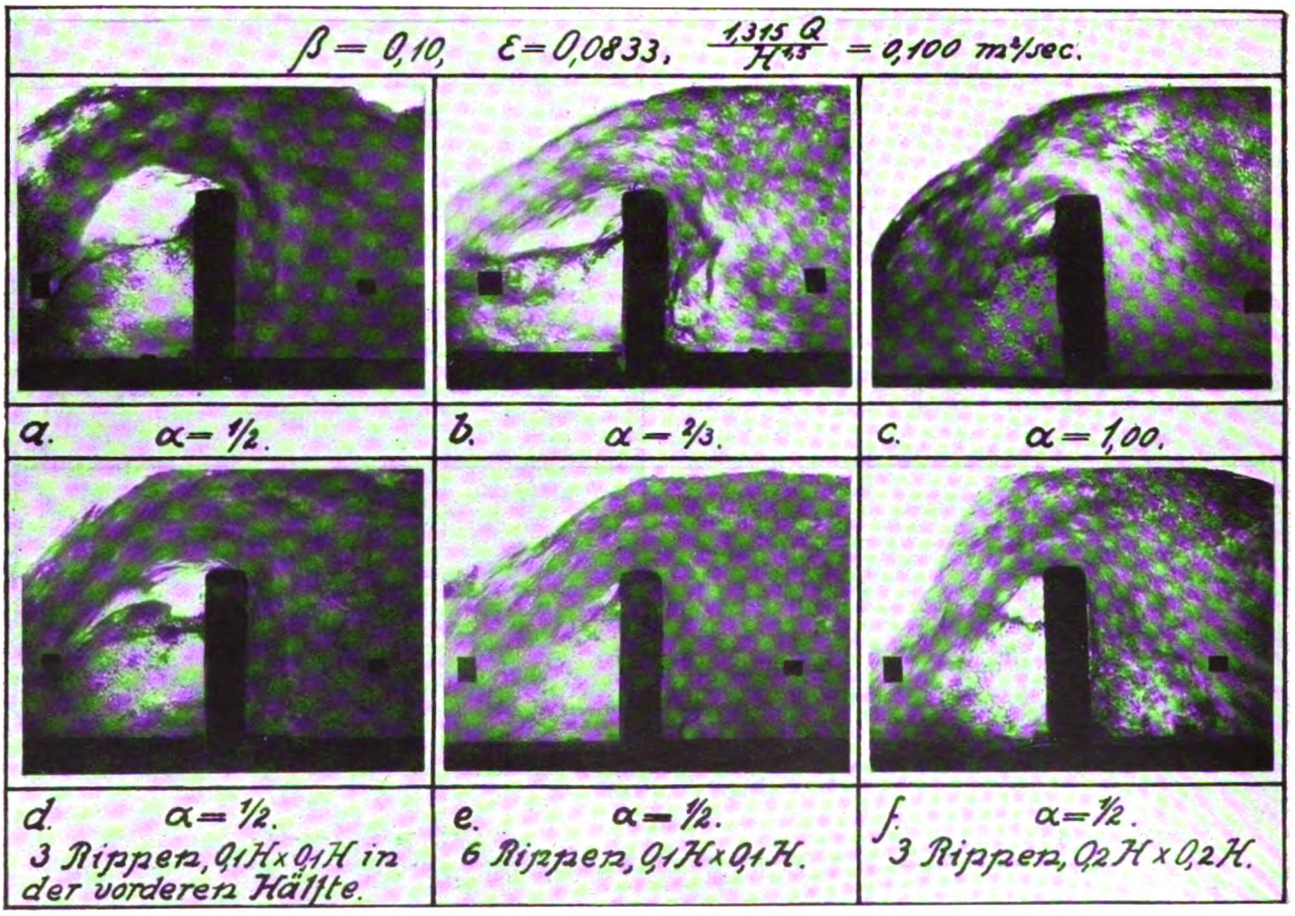

β = 0,10, ε = 0,0833, 1,315 Q / H^1,5 = 0,100 m²/sec.
a. α = 1/2.
b. α = 2/3.
c. α = 1,00.
d. α = 1/2. 3 Rippen, 0,1H x 0,1H in der vorderen Hälfte.
e. α = 1/2. 6 Rippen, 0,1H x 0,1H.
f. α = 1/2. 3 Rippen, 0,2H x 0,2H.

Abb. 10. Einfluß der Rauhigkeit der Beckensohle und der Länge des Tosbeckens auf die Form des Ueberfallstrahls.

Digitized by Google

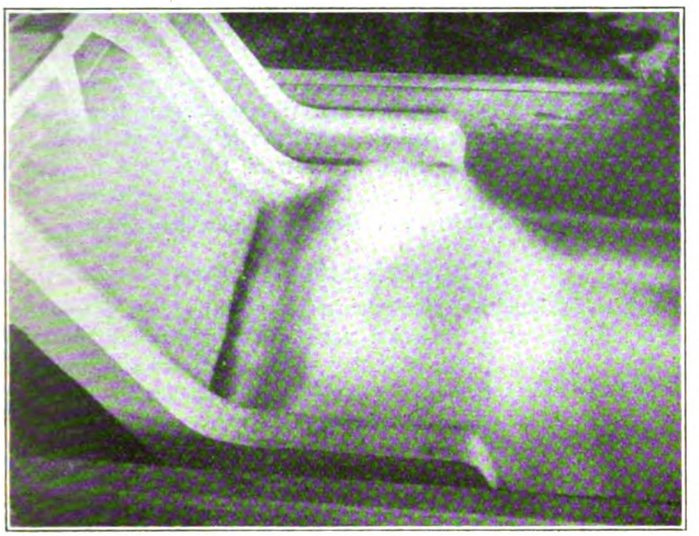


Abb. 11. Modell des Energievernichters für das Teigitschkraftwerk.

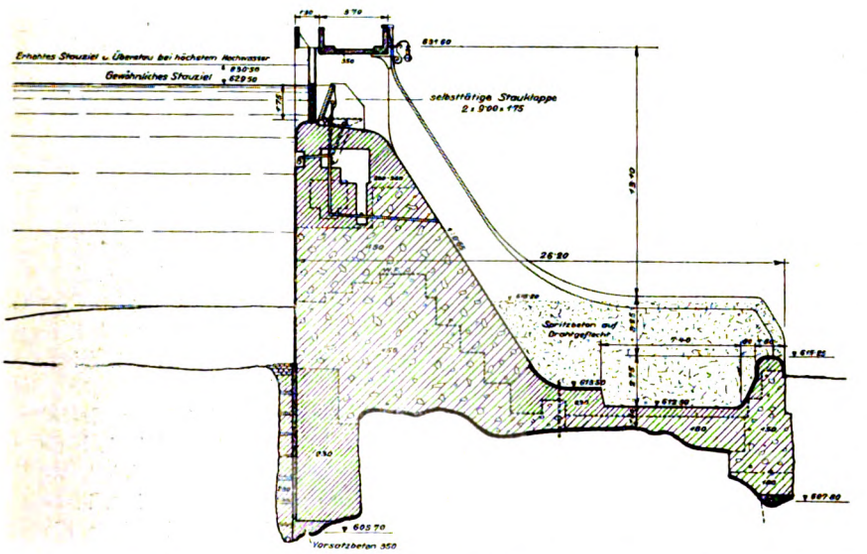


Abb. 12. Schnittzeichnung des Energievernichters des Teigitschkraftwerkes

eine sichere, da bei den Modellversuchen das abstürzende Wasser beim Tosbecken klar ankam, während es bei größeren Absturzhöhen, wie Beobachtungen in Schußrinnen gelehrt haben, beim Abfließen über den Abfallboden reichlich Luft aufnimmt, die die Geschwindigkeit sehr wesentlich verzögert.

Wie schon betont, gelten die in den Abb. 4 und 5 aufgetragenen Ergüsse für Absturzhöhen von H = 1,20 m. Beträgt nun der Erguß über die Breiteneinheit irgendeines Entlastungsorganes in einen solchen Energievernichter Q m³/sec bei einer Absturzhöhe von H m, so müßten in einem Modell von geometrisch ähnlichem Querschnitte mit der Absturzhöhe H = 1 m über den Breitenmeter $Q/H^{1,5}$ abfließen und es ist der gleichwertige Modellerguß über den Breitenmeter des den Versuchen zugrunde gelegten Modells mit einer Absturzhöhe von H = 1,20 m gleich $1{,}20^{1,5} \cdot \frac{Q}{1,5} = \frac{1{,}315\ Q}{1,5}$.

Soll nun ein Energievernichter bemessen werden, so wird der Erguß über die Breiteneinheit Q und weiter der gleichwertige Modellerguß $\frac{1{,}315\ Q}{H^{1,5}}$ berechnet und hierauf in den Abb. 4 und 5 die entsprechenden Abmessungen abgelesen.

Beispiel: Ueber die Breiteneinheit einer Entlastungsanlage stürzen 6 m³/sec 13 m tief ab; der Energievernichter ist zu bemessen.

Es ist Q = 6 m³/sec und H = 13 m und es beträgt daher der gleichwertige Modellerguß $\frac{1{,}315\ Q}{H^{1,5}} = 0{,}17$ m³/sec. Die Länge des Tosbeckens wird willkürlich angenommen, also etwa $\alpha = \frac{2}{3}$ und die Länge $= \alpha H = 8{,}70$ m, die Tiefe, des Tosbeckens unter der Sprungkante sei mit $\varepsilon = 0{,}0833$ oder $\varepsilon H = 1{,}10$ m ebenfalls willkürlich festgelegt. Aus der dem gewählten α und ε entsprechenden graphischen Darstellung in Abb. 5 folgt, daß eine Höhenlage der Gegenschwelle von 1,30 m über der Sprungkante zufriedenstellendes Arbeiten des Energievernichters gewährleistet.

Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, daß der Energievernichter des Teigitschkraftwerkes nach der beschriebenen Form ausgeführt wurde und bisher klaglos gearbeitet hat. Dem Entwurfe, der vor der Durchführung der eben beschriebenen Messungen erfolgte, gingen über Veranlassung der Steiermärkischen Wasserkraft- und Elektrizitätsgesellschaft in Graz in den Jahren 1923 und 1924 Modellversuche voran, bei denen die den besonderen Verhältnissen der Teigitschsperre angepaßte Form des Energievernichters gesucht werden mußte; hierbei war die Länge des Energievernichters gegeben. Abbildung 11 gibt eine Aufnahme des Energievernichtermodells in Tätigkeit wieder, während Abb. 12 eine Schnittzeichnung des ausgeführten Energievernichters und Abb. 13 eine Aufnahme des Energievernichters im Bau darstellt. (W. 719)

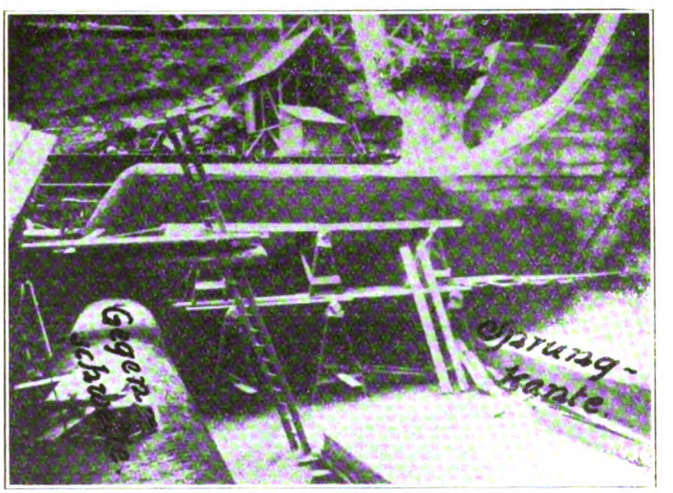


Abb. 13. Der Energievernichter des Teigitschkraftwerkes im Bau.

Digitized by Google

Rundschau.

Energiewirtschaft.

New Yorker Wasserkraftpolitik. Auf Anregung der Schriftleitung der Zeitschrift „Power" hatte F. R. Low eine Unterredung mit dem Regierungpräsidenten Alfred E. Smith. Der Ausbau der Wasserkräfte war in der Regel von Privatgesellschaften, welchen eine Konzession auf 50 Jahre erteilt wurde, durchgeführt worden. Nach Ablauf der Konzession konnte dieselbe auf weitere 50 Jahre erneuert bzw. zurückgezogen werden. Smith schlägt nun vor, daß die Regierung die Wasserrechte nicht mehr an Privatpersonen oder Gesellschaften vergibt. sondern eine staatliche Kraftverwaltung (New York State Authority) geschaffen wird, welche auf denselben Grundlagen wie das Neuyorker Hafenamt aufgebaut ist. Die Organisation soll so getroffen werden, daß die Verwaltung genau so wie eine Privatgesellschaft Ingenieure, Bau- und Betriebsleiter usw. engagiert, ohne jeglichen bürokratischen Ballast arbeitet und allen politischen Einflüssen entzogen ist.

Da die Hauptkosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft durch den Zinsendienst für das Anlagekapital verursacht werden, soll der Staat Anteilscheine mit etwa 4% Verzinsung (statt der üblichen 6% bei den Pfandbriefen der privaten Wasserkraftgesellschaften) ausgeben, für die einerseits die vorhandenen Wasser- und Grundrechte, anderseits die Lieferungsverträge mit Stromabnehmern als Garantien vorhanden sind und die von staatlichen und Bundessteuern frei sein sollen. Interessant ist die Tatsache, daß der Verbrauch an elektrischer Energie jährlich um 10% zunimmt, so daß in sieben Jahren mit einer Verdoppelung des Absatzes gerechnet werden kann. Dieser enorm wachsende Bedarf und die technische Möglichkeit eines Leistungsaustausches zwischen den einzelnen Netzen verlangen eine einheitliche oberste Leitung. Der Plan wird natürlich auch bekämpft, und zwar führen die Gegner an, daß politische Ereignisse eintreten können, wodurch die Verträge einer staatlichen Monopolgesellschaft annulliert werden können. Dagegen versichert Smith, daß weder etwas sozialistisches noch kommunistisches daran sei. Er ist der festen Ueberzeugung, daß durch seine Vorschläge die Wasserkraftnutzung auf eine gesunde Basis gestellt wird. („Power", 23. März 1926, H. 12, S. 446.)

(W. 741.) Schilhansl.

Das Wissenschaftlich-technische Büro der UdSSR. Der oberste Volkswirtschaftsrat der UdSSR. hat das zentrale wissenschaftlich-technische Büro in folgender Zusammensetzung bestätigt. Vorsitzender Trotzki, Stellvertreter der Akademiker Ipatjew und die Ingenieure Martens und Flachsermann und Mitglieder Prof. Fedorowski, Prof. Gubkin, Tschaplygin, Tscharnowski, Prof. Bojan, Prof. Lapiro-Skobli, Prof. Bontsch-Brujewitsch, Prof. Ramsin, Akademiker Joffe.

Wasserkraftanlagen.

Eine hydraulische Hochspeicheranlage bringt das Städtische Elektrizitätswerk Mitweida nach nunmehr erfolgter Zustimmung der städtischen Kollegien zu dem seit etwa 1½ Jahren in Bearbeitung befindlichen Projekt zur Ausführung.

Zweck der Anlage ist, die hauptsächlich nachts, Sonn- und Festtags überschüssigen Energiemengen der an der Zschopau gelegenen Wasserkraftanlage von 800 kW-Leistung als Zusatzstrom vorwiegend bei Wassermangel nutzbar zu machen in Ergänzung der vorhandenen 2000 kW Dampfleistung.

Das in etwa 2000 m Entfernung vom Kraftwerk zu errichtende Staubecken wird zunächst 130 000 cbm Fassungsvermögen erhalten; die Gefällsstufe beträgt etwa 115 m. Die Akkumulierungsfähigkeit einer Beckenfüllung stellt sich auf etwa 30 000 Kilowattstunden und kann nach Erfordern beträchtlich erhöht werden.

Als Leistung werden vorerst zirka 2500 PS in Anspruch genommen, die vervielfacht werden kann, besonders nach Ausbau des späterhin vorgesehenen Ausgleichsbeckens. Die Gesamtkosten belaufen sich in Anbetracht besonders günstiger örtlicher Verhältnisse nur auf etwa 750 000.— RM.

Unseres Wissens wird dies im Freistaat Sachsen und dessen weiterer Umgebung die erste derartige Anlage sein. Die Bauzeit wird auf etwa 2—3 Jahre veranschlagt. Die Anregung, sowie die Gesichtspunkte für die Planung gab Direktor Engelmann der Städtischen Elektrizitätswerke Mitweida.

(W. 748).

Die größte Wasserturbinenanlage mit 2,15 m Gefälle. Am Rock River bei Dixon, Illinois, hat die Illinois Northern Utilities Co. die größte Wasserkraftanlage der Welt, welche bei einem Gefälle von weniger als 2,45 m arbeitet, in erfolgreichen Betrieb gesetzt. Eingebaut sind fünf vertikale Einradturbinen, die im Grundriß und Querschnitt der Abb. 1 mit ihren wesentlichen Kennzeichen ersichtlich sind: schräger

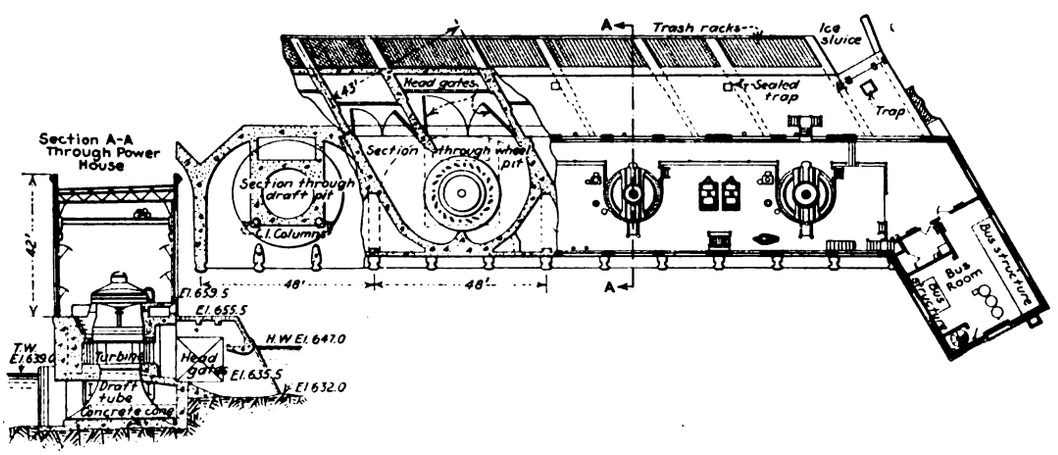


Abb. 1. Wasserkraftanlage Rock River.

Digitized by Google

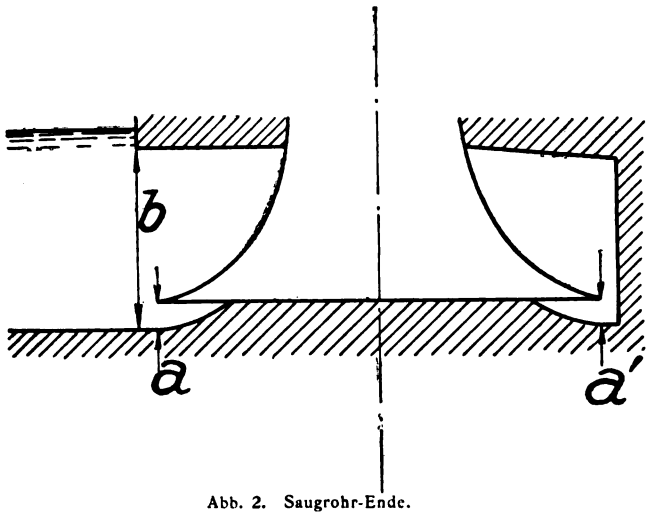


Abb. 2. Saugrohr-Ende.

Zulauf [1]), doppeltürartige Schützen, spiralähnliche Heberkammer, Moody Saugrohr mit Innenkegel und gerader Ablauf. Die eingebauten schnellaufenden Propellerräder leisten nach den Garantien 280 PS bei 1,22 m Gefälle mit 68,5% Wirkungsgrad. Ihre minutliche Drehzahl beträgt 80, woraus sich also bei diesem kleinsten Gefälle eine spezifische Drehzahl von 1045 ergibt. Bei 2,76 m Gefälle wird ein Höchstwirkungsgrad von 90% erreicht. Die Leistung dabei ist 925 PS, die spezifische Drehzahl bei diesem Gefälle 670. Die Angabe, daß der Ausbau eine Ausnützung von 154 cbm/sek. bei 2,45 m Gefälle vorsieht, ist mit den Leistungsangaben nicht in volle Uebereinstimmung zu bringen. Ich habe daher bei einer überschlägigen Nachrechnung die Leistungsangaben zugrunde gelegt. Es dürfte interessieren, zu erfahren, daß im Punkte besten Wirkungsgrades das Wasser, welches aus dem zylindrischen Querschnitt aa' (Abb. 2) austritt noch 8,5% der gesamten Energie mit sich führt. Dabei ist vollkommen gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung sowohl über den Umfang als auch über die Höhe des betrachteten Querschnitts angenommen. Diese Annahme ergibt die kleinste Energie, wie man an Hand einer kleinen Variationsrechnung leicht zeigen kann. Die im Querschnitt b noch vorhandene Energie des Wassers beträgt 0,73%, welche ebenfalls als ein Minimalwert anzusehen sind, denn auch dieser Zahl liegt die Annahme gleichmäßiger Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt b zugrunde. In beiden Fällen dürfte diese Annahme nicht zutreffen. Die Zahlen geben also lediglich ein Bild von der Größenordnung der Energien. Man sieht, daß in dem Saugrohrraum noch mindestens 7,8% der Gesamtenergie in Druck umzusetzen bzw. zurückzugewinnen sind, wenn nicht die 8,5% im Querschnitt aa' schon als Austrittsverlust gebucht werden soll. Zum Absaugen der Luft aus der Heberkammer sind hydraulische Ejektoren und Exhaustoren mit Motorantrieb vorgesehen. Von Interesse ist die Angabe, daß die Ejektoren einen Unterdruck von 165 mm Quecksilber (2,24 m Wasser) zu erzeugen imstande sind. Ferner gelingt es, die Maschinen mit geschlossenen Ejektoren anlaufen zu lassen, wobei die Turbine als Luftpumpe wirkt und den Wasserspiegel in der Heberkammer gut über den Leitraddeckel hebt.

[1]) Dieser „Krafthaus-Diagonaltyp", wie ihn die Quelle (Power, 1925, H. 1, vom 7. Juli) nennt und als amerikanische patentierte frühere Erfindung bezeichnet, ist in Europa nicht neu. Vgl. für Vertikalturbinen das neue städtische Elektrizitätswerk Landshut, diese Zeitschrift 1924, H. 12, S. 206; für Horizontalturbinen die bekannte Anordnung von Hallinger, Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen, 1919, H. 19, S. 185.

Hinter die Behauptung: wenn man die Turbine in die Mitte der Einlaufkammer setzt, erhält man eine gleichmäßige Verteilung des Wassers über die lichte Oeffnung der Kammer, soll ein großes Fragezeichen gesetzt werden. (W. 670.) Sl.

Kurze Nachrichten.

Um die Versorgung Ostpommerns mit elektrischer Arbeit zu verbessern, wird ein **Wasserkraftwerk bei Bedlin an der Stolpe** geplant. Die Kosten sollen einschließlich Grunderwerb usw. 1,65 Millionen RM. betragen. (W. 737.)

Für die Kanalstrecke Hüningen—Mühlhausen wird zurzeit die Frage untersucht, ob sich die mechanische Beförderung der Schiffe durch Treidelei vom Ufer aus eignet und welches System dafür wirtschaftlich und technisch in Frage kommen dürfte. (W. 747).

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserstraßen. Der Ausbau des Rheines zwischen Basel und Straßburg. Von Ch. Dantin. Le Génie Civil Nr. 26 v. 26. Dez. 1925, S. 555/59 mit 10 Abb. Beschreibung der Planungen des „grand canal" d'Alsace insbesondere der Stau- und Kraftstufe Kembs; Schnitte durch Wehr, Kraftwasserkanal, Krafthaus und Schleuse.

— Le projet d'établissement du Grand Canal d'Alsce de Bale a Strasbourg (Das Projekt der Errichtung des Grand Canal d'Alsace von Basel nach Straßburg). Von Libault. — La technique moderne 1926, H. 4, S. 110—115, mit 7 Abb. — Vgl. diese Z. H. 1, S. 4 und H. 4, S. 39.) — (Kurze Beschreibung des Projektes: hydrographische Grundlagen, Schiffahrt, Notwendigkeit der Kraftausnutzung mit bis zu 600 000 kW; die alten Projekte und das neue Projekt mit 0,70—1,20 m/Sek. Fließgeschwindigkeit, die Bauwerke; die Transportleistung (5 Mio t jährlich), Wirtschaftlichkeit und Arbeitsgewinn: 4.515 Mio kWh jährlich; Finanzierung). —

— Vom Bau des Lippeseitenkanals Wesel-Datteln. Von Oberreg.- und Baurat Bock. — Zentralblatt der Bauverwaltung, 1926, H. 9, S. 106—110, mit 17 Abb. (Beschreibung der Strecke und Schleusen; derzeitiger Stand der Bauausführung.) —

— Besondere Wellenerscheinungen in Schiffahrtskanälen infolge von Schleusungen. Von Reg.- und Baurat Winkel. — Die Bautechnik, 1925, H. 9, S. 110—111, mit 7 Abb. — (Für die obere Haltung ist das Ende der Welle beim Ausspiegeln der Schleusenkammer maßgebend; hierdurch wird die Füllungszeit der Schleuse nach unten hin begrenzt. Im Unterwasser umgekehrt; bei Ausmündung der unteren Haltung in einen See kann die Reflexion der Senkungswelle dann sogar ein Absenken des Wasserspiegels hervorrufen. Literaturangaben). —

— Die Verreichlichung der Wasserstraßenverwaltung. (Wörtlicher Abdruck der Entscheidung des Reichsgerichtshofes vom 12. Dez. 1925 in der Streitsache des Deutschen Reiches gegen die Länder, wonach das Reich berechtigt, aber nicht verpflichtet ist, die ihm durch Art. 97 der Reichsverfassung übertragenen Aufgaben der Reichswasserstraßenverwaltung durch selbstgeschaffene Behörden durchzuführen. Tatbestand, Entscheidungsgründe. — Zeitschr. für Binnenschiffahrt, 1926, H. 3, S. 89—94.

Wasserversorgung. Automatiska pumputrustningar. (Selbsttätige Pumpenausrüstungen.) Von Kießling. Aseas

Digitized by Google

Tidning, 1926, H. 1, S. 7—14, mit 14 Abb. — (Beschreibung der Apparate und Gesamteinrichtungen für selbsttätige elektrische Pumpenanlagen, Anlassen, Abstellen und Sicherung.)

— Der „Hydrautomat", eine neue Vorrichtung zum Heben von Wasser. Von Ch. D. Le Génie Civil Nr. 21 vom 21. November 1925, S. 443/45 mit 7 Abb. (Beschreibung dreier von der Hydrautomat Co. Limited, London, herausgebrachten Konstruktionen zum Heben von Wasser auf unbegrenzte Höhe ohne Pumpen und ohne Bedienung. Ausgeführt sind Anlagen von 200 l/sec bei 7 m Förderhöhe und von 280 l/sec bei 18 m Förderhöhe.)

— Die Wasserversorgung Stuttgarts. Von Regierungsbaumeister Herm. Werner, Stuttgart. „Gesundheits-Ing." 1926, Heft 5, S. 61—65, mit 7 Abb. (Einzelheiten über die Entstehung, den gegenwärtigen Stand und die geplante Erweiterung der Stuttgarter Wasserversorgung.)

— Wasserwerke und Kanalisation in Ungarn. Von Dir. v. Pazár. Wasser und Gas, 1926, H. 11, S. 454—459. — (Entwicklungsgeschichte; Grundsätze für Verrechnung und Betrieb, Beschreibung der Anlagen Budapest, Debreczen, Miskolc, Pécs.)

Eingegangene Bücher.

Von der Bewegung des Wassers und den dabei auftretenden Kräften, Grundlagen zu einer praktischen Hydrodynamik für Bauingenieure. Nach Arbeiten von Staatsrat Dr.-Ing. e. h. Alexander Koch. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. Max Carstanjen. 228 Seiten mit 331 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. Berlin 1926, Verlag Julius Springer; Preis geb. RM. 28.50.

Untersuchung über die Geschwindigkeitsverteilung in turbulenten Strömungen. Von J. Nikuradse. Heft 281 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Gr. 8°, IV/43 Seiten mit 51 Abbildungen und 16 Zahlentafeln. Berlin 1926, VDI-Verlag. Preis broschiert RM. 6,—.

Untersuchungen über divergente und konvergente turbulente Strömungen mit kleinen Oeffnungswinkeln. Von Fritz Dönch. Heft 282 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Gr. 8°, IV/58 Seiten mit 28 Abbildungen und 20 Zahlentafeln. Berlin 1926, VDI-Verlag. Preis broschiert RM. 7.50.

Buchbesprechungen

Regeln für die Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure in Berlin und vom Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband, Berlin. 9 Seiten, Berlin 1926, V.D.I.-Verlag, Preis RM. 1.50.

Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, aufgestellt von dem hierfür vom Verein Deutscher Ingenieure und Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten gebildeten Ausschuß. 54 Seiten. Berlin 1925, V.D.I.-Verlag, Preis RM. 4.—.

Die Regeln für die Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen stellen eine Neubearbeitung der im Jahre 1921 erschienenen früheren Regeln dar und geben genaue Anweisungen über die Messung der einzelnen Bestimmungsgrößen (Gefälle, Wassermenge, Geschwindigkeitsänderungen und Druckänderungen), wobei die Wassermengenmessung naturgemäß den Hauptteil einnimmt und die Messungen mit Ueberfall, mit Flügel, und mit Schirm behandelt. Bei der Gefällemessung ist besonderer Wert auf genaue Definition des wirksamen Gefälles für die verschiedenen Turbinen- und Einbauarten auch unter Berücksichtigung der Zulaufgeschwindigkeit und der Abflußgeschwindigkeit im Unterwasser gegeben mit Rücksicht auf die Meßmethoden und Garantiezahlen besonders der amerikanischen Praxis. Im Anhang sind die Bezeichnungen der Wasserstands- und Abflußzahlen nach der Vereinheitlichung der deutschen Landestellen für Gewässerkunde beigefügt.

Die Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren sind eine umfassende Neubearbeitung der Regeln von 1912 nach den heutigen Fortschritten dieses Gebietes. Sie umfassen ebenfalls genaue Anweisungen zu allen Einzelmessungen und den dafür zu verwendenden Geräten und sind mit Musterbeispielen ausgestattet. Eine Reihe von Tabellen und Formeln erleichtert den praktischen Gebrauch. Dankenswert ist auch eine ausgedehnte Literaturübersicht und ein Verzeichnis der die Meßgeräte bauenden Firmen. (W. 751). Ing. C. Reindl.

Hydraulische Probleme. Ein wissenschaftlicher Ueberblick; Vorträge auf der Hydraulik-Tagung in Göttingen am 5. und 6. Juni 1925, herausgegeben vom wissenschaftlichen Beirat des Vereins Deutscher Ingenieure. Mit 165 Abbildungen. 219 Seiten. Berlin 1926, V.D.I.-Verlag, Preis gebunden RM. 22.50.

In dankenswerter Weise hat der wissenschaftliche Beirat des Vereins Deutscher Ingenieure die Führer der deutschen Hydraulik und ihrer Grenzgebiete im Jahre 1925 zu einer Aussprache nach Göttingen eingeladen, um über die schwebenden grundlegenden Probleme der Strömungslehre, soweit sie für Wasserkraftmaschinen von Einfluß sind, Berichte über den derzeitigen Stand und Anregungen für die Weiterverfolgung und Umsetzung in die Praxis zu geben. Ein zielbewußtes Zusammengehen der an verschiedenen Orten ausgeführten und beabsichtigten Arbeiten sollte dadurch erreicht und einerseits Doppelarbeit vermieden, anderseits eine gegenseitige Ergänzung der verschiedenen Forschungen ermöglicht werden. Die Vorträge auf jener Tagung sowie die Wechselreden sind nunmehr in einem bestausgestattetem Band vereinigt und ermöglichen es, neben dem grundlegendem Wert der Festhaltung des Gesagten, auch den weiteren Kreisen der Forscher und Ausüber, daraus Nutzen zu ziehen. Es kann hier nicht über die Einzelheiten der wertvollen Arbeiten berichtet werden: das Buch enthält die Ausführungen:

Prandtl, Bericht über neuere Turbulenzforschung;

Föttinger, Untersuchungen über Kavitation und Korrosion bei Turbinen, Turbopumpen und Propellern;

D. Thoma, Die Kavitation bei Wasser-Turbinen;

Oesterlen, Zur Ausbildung von Turbinensaugrohren;

Flügel, Ueber die näherungsweise Erfassung der Strömungsverluste und das Krümmerproblem;

Betz, Ueber die Vorgänge an den Schaufelenden von Kaplan-Turbinen;

Spannhake, Anwendung der konformen Abbildung auf die Berechnung von Strömungen in Kreiselrädern;

Pfleiderer, Die endliche Schaufelzahl und das unmögliche Betriebsgebiet bei Kreiselradmaschinen;

Thoma, Anomale Strömung in Meßdüsen

Ein ausführliches Literaturverzeichnis beschließt den Band, dessen Inhalt berufen ist, weitere Erfolge durch theoretische Vertiefung so mancher noch nicht voll erkannter Erscheinungen zu gewähren und die Rechnungsgrundlagen noch zu vertiefen. (W. 750). Ing. C. Reindl.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 11 **München, 1. Juni 1926** **21. Jahrgang**

Die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Kraftnutzung Basel 1926.

Von Regierungsbaurat Schütz.

Zur Feier der Einweihung des neuen Rheinhafens in Klein-Hüningen wird in der Zeit vom 1. Juli bis zum 15. September d. J. vom Kanton Basel-Stadt unter tätiger Mitwirkung der Schweizerischen Eidgenossenschaft eine Internationale Ausstellung in den umfangreichen neuen Messehallen veranstaltet, die auf dem Gelände des alten badischen Bahnhofes entstanden sind. Das Interesse für diese Ausstellung, der ersten großen internationalen Veranstaltung nach dem Kriege, ist sehr rege, was besonders der zielbewußten Werbung der rührigen Baseler Leitung zu verdanken ist, an deren Spitze Regierungsrat Miescher und Dr. Krasting stehen. Die Ausstellung wird zunächst geschlossene Schauen der einzelnen Länder zeigen und außerdem in den beiden Gruppen für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung alles, was die Einzelaussteller aus aller Welt hier vorzuführen wünschen. Neben Deutschland werden durch offizielle Gruppen Belgien, Frankreich, Holland, Italien, Oesterreich, Polen, Spanien, Tschechoslowakei, Ungarn und Amerika vertreten sein, ebenso werden Hafenverwaltungen, Schiffahrtsgesellschaften, industrielle Firmen usw. sich in mehr oder weniger großem Umfange beteiligen, um ihre Leistungsfähigkeit zu erweisen. Daß auch die Schweiz in hervorragendem Maße vertreten sein wird, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Besonderes Interesse wird in Deutschland die offizielle Deutsche Schau finden. Der Frankfurter Oberbürgermeister Dr. Ludwig Landmann ist vom Reichspräsidenten zum Reichskommissar ernannt, unter seiner Oberleitung wird die Schau durch die deutsche Geschäftsstelle zusammengestellt, in der neben dem Verfasser Dipl.-Ing. Otto Ernst Sutter, der Direktor der Messe in Frankfurt a. M. als Stellvertreter des Reichskommissars tätig ist. Bei der Arbeit dieser Geschäftsstelle ist der Gesichtspunkt maßgebend, daß in großen Zügen alles gezeigt werden soll, was auf dem Gebiete der Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung und an wissenschaftlicher Forschungsarbeit geleistet ist, welche Arbeiten bereits zur Durchführung gelangt sind und welche noch der Durchführung harren. Um die Schau möglichst übersichtlich zu gestalten, soll sie gegenständlich gegliedert werden, und zwar derart, daß jeder Gegenstand nur einmal in möglichst kennzeichnenden und vollkommenen Werken oder Entwürfen gezeigt wird. Aber nicht nur an den Fachmann, sondern auch an den Laien will sich die Schau wenden, um bei ihm das Interesse und Verständnis für technische Dinge zu erwecken oder wach zu halten. Dementsprechend wird angestrebt, die Ausstellung für den Ingenieur interessant und für das Laienpublikum allgemein verständlich zu gestalten.

Bei der geographischen und verkehrspolitischen Lage von Basel ist der Rhein von besonderer Bedeutung, deshalb wird diese große Binnenwasserstraße Deutschlands in den Mittelpunkt der Binnenschiffahrtsgruppe der deutschen offiziellen Abteilung gerückt werden. Die Rheinstrombauverwaltung in Coblenz und die Wasser- und Straßenbaudirektion in Karlsruhe werden in zahlreichen Modellen und Plänen zeigen, was im Laufe der Zeit geschehen ist, um den Strom aus einem mehr oder weniger verwilderten Flußlauf zu dem zu machen, was er heute ist und welche Mittel dabei angewandt sind. Des weiteren wird die Entwicklung des Verkehrs und der Fahrzeuge dargestellt und außerdem dargetan, welche Geldmittel aufgewandt werden mußten, um die weitschauenden Pläne zur Durchführung zu bringen. Von großer Bedeutung für den Verkehr auf einer Wasserstraße sind die Häfen, an besonders günstiger Stelle werden daher die wichtigsten Rheinhäfen mit ihrer Verkehrsentwicklung gezeigt und zum Teil in künstlerischen Wandbildern und Modellen zur Darstellung gebracht werden, wobei die beteiligten Hafenverwaltungen und Städte, das Rheinmuseum in Coblenz und andere Stellen in hervorragender Weise mitwirken werden. Von besonderer Wichtigkeit ist es für eine Wasserstraße, daß sie nicht auf sich selbst gestellt ist, sondern mit anderen Wasserstraßen leistungsfähige Verbindungen hat. Es ergibt sich daher von selbst, daß der Rhein-Herne-Kanal mit seiner Fortsetzung nach Osten, die Rhein-Main-Donau- und die Rhein-Neckar-Donau-Verbindung, die Weserpläne usw. entsprechende Berücksichtigung finden werden. Darüber hinaus werden aber auch die übrigen wichtigen deutschen Wasserstraßen, die Elbe, die Oder usw. durch Modelle und Pläne vertreten sein, außerdem wird eine von künstlerischer Hand herrührende große Uebersichtskarte das gesamte deutsche Binnenwasserstraßennetz zur Darstellung bringen und des weiteren dartun, was noch zu seiner Vervollkommnung und Vereinheitlichung geschehen muß.

Von besonderer Wichtigkeit für wasserbauliche Planungen ist es, daß sie auf einwandfreier wissenschaftlicher Grundlage sich aufbauen können und hierzu sind eingehende wissenschaftliche Untersuchungen über die Abflußverhältnisse usw. unumgänglich, ebenso Versuche an Modellen, mit deren Hilfe

Digitized by Google

man die Wirkungen beabsichtigter Bauten vor ihrer Ausführung ohne große Kosten nachprüfen kann. Deshalb ist die rege Beteiligung der wissenschaftlichen Institute und Hochschulen besonders dankbar zu begrüßen, die in zahlreichen Plänen und zum großen Teil betriebsfähigen Modellen Einblick in ihre Arbeitsgebiete geben. Zu nennen ist hier die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde, die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin, die Hamburgische Versuchsanstalt und die meisten Hochschulen. Des weiteren wird die Bücherei eines modernen Wasserbauers, die von Geheimrat de Thierry freundlicherweise zusammengestellt ist, dartun, welches wissenschaftliche Rüstzeug das deutsche Schrifttum dem entwerfenden Ingenieur zur Verfügung stellen kann.

In der Abteilung für Wasserkraftnutzung sind die Kraftwerke am oberen Rhein ausgeschieden, weil sie, an denen Deutschland und die Schweiz in gleicher Weise interessiert sind, in einer besonderen deutsch-schweizerischen Abteilung zusammengefaßt werden sollen. Dagegen werden eine Reihe anderer wichtiger Werke und Entwürfe gezeigt werden, um den Stand der Wasserkraftnutzung in Deutschland deutlich zu machen. Hierzu beitragen werden unter anderen das bayerische Ministerium des Innern, das Badenwerk, das sächsische Finanzministerium, die preußische Kraftwerke Oberweser und andere.

Ein mit zahlreichen Abbildungen versehener Sonderführer wird einen umfassenden Ueberblick über die deutsche repräsentative Schau und über die Arbeiten der beteiligten Baubehörden usw. geben und das Verständnis der Ausstellungsstücke erleichtern.

Erwähnt muß noch werden, daß außerhalb der offiziellen Schau auch zahlreiche Hafenverwaltungen, Schifffahrtsgesellschaften, Werften und ähnliche Werke in einer großen geschlossenen Abteilung zusammengefaßt sind, während die industriellen Werke, Kraftwerke usw. ihre Erzeugnisse und Arbeiten in der großen Industriehalle zeigen, die erst kürzlich fertig gestellt wurde. Dank der regen Anteilnahme und tatkräftigen Förderung, die das Reichskommissariat bei allen Behörden, öffentlichen Verbänden, industriellen Werken und sonstigen Interessenten gefunden hat, darf der Hoffnung Ausdruck gegeben werden, daß Deutschland entsprechend seiner Bedeutung in technischer, wirtschaftlicher und industrieller Beziehung achtungsgebietend vertreten sein wird. (W. 764.)

Ein Wasserkraftwerk am Dnjepr.

Von Ing. A. Günther, Moskau.

Der Dnjepr, der schon im Altertum unter dem Namen Borysthenes als wichtiger Handelsweg bekannt war und 1000 Jahre n. Chr. bereits eine wichtige Verkehrsader für die Normannen bildete, entspringt in den Sümpfen des Wolkonskiwaldes aus dem See Mschara im Kreise Bjeli des Gouvernements Smolensk auf den sog. Waldai-Höhen, einem hydrographischem Zentrum und Ausgangsquelle der meisten russischen Flüsse wie Wolga, Düna etc. Seine Quelle befindet sich 220 m über dem Spiegel des Schwarzen Meeres und 55° 52' nördlicher Breite.

Der kurze Oberlauf des Dnjepr (214 km) reicht bis Dorogobusch und befindet sich 177 m ü. d. M.; von da wendet er sich westlich bis unterhalb Smolensk; von Orscha an fließt er südlich, wobei das rechte Ufer höher wird als das linke. Unterhalb Kiew (1320 km) durchbricht er in südöstlicher Richtung und in vielen Krümmungen die Steppenfläche der Ukraine.

Abb. 1. Eine Stromschnelle „Die Unersättliche".

Bis Krementschug (1650 km und 64 m über dem Meeresspiegel) finden sich zahlreiche Sandbänke im Flußbett; von da bis Jekaterinoslaw (1840 km von der Quelle und 49 m über dem Meeresspiegel) werden die Ufer höher und enger und es folgen in südlicher Richtung auf einer Strecke von ca. 90—95 km in einem engen Tal die berühmten Stromschnellen (Porogi), die letzten Ausläufer der Karpathen (Abb. 1 und 2). Es werden 10 Hauptgruppen solcher Klippen gezählt, die die Schiffahrt auf dieser Strecke hemmen. Nur bei Hochwasser ist es für Flöße möglich, mit Hilfe von Lotsen diese Klippen zu passieren.

Die Zahl der direkt in den Dnjepr mündenden Wasserläufe ist 143, die Länge des Gesamtnetzes sämtlicher Nebenflüsse ist 20 000 km. Das Flußgebiet des Dnjepr von 518 550 km² ist das drittgrößte in Europa.[1]) Bei einer Gesamtlänge von 2248 km beträgt die Entfernung von seiner Quelle bis zur Mündung in der Luftlinie nur 1024 km.

Die atmosphärischen Niederschläge für das ganze Flußgebiet betragen 506 mm im Jahr, wobei auf Schnee 20% der Gesamtmenge entfällt Da der Höhenunterschied zwischen der Quelle und der Mündung 220 m ist, so ergibt sich ein Gefälle von 9,6 cm je km.

Die Eisverhältnisse des Dnjepr sind die denkbar günstigsten; da der Fluß von Norden nach dem Süden fließt, öffnet er sich von Süden anfangend und das von oben kommende Eis findet bereits freies Wasser. Es gibt Jahre, in welchen auf dem Unteren Dnjepr überhaupt kein kompaktes Eis sich bildet. Allerdings gibt es auch sehr strenge Winter, die jedoch sehr selten vorkommen; die Eisdecke ist nie stärker als 0,4 m. Im allgemeinen hat der Unter-Dnjepr 270—300 eisfreie Tage im Jahre.

Durch die Felsengruppen wird der Dnjepr in drei Teile geteilt, die unter dem Namen Oberer, Porogen- und Unterer

[1]) Wolga 1,460,000 km², Donau 817,000 km².

Digitized by Google

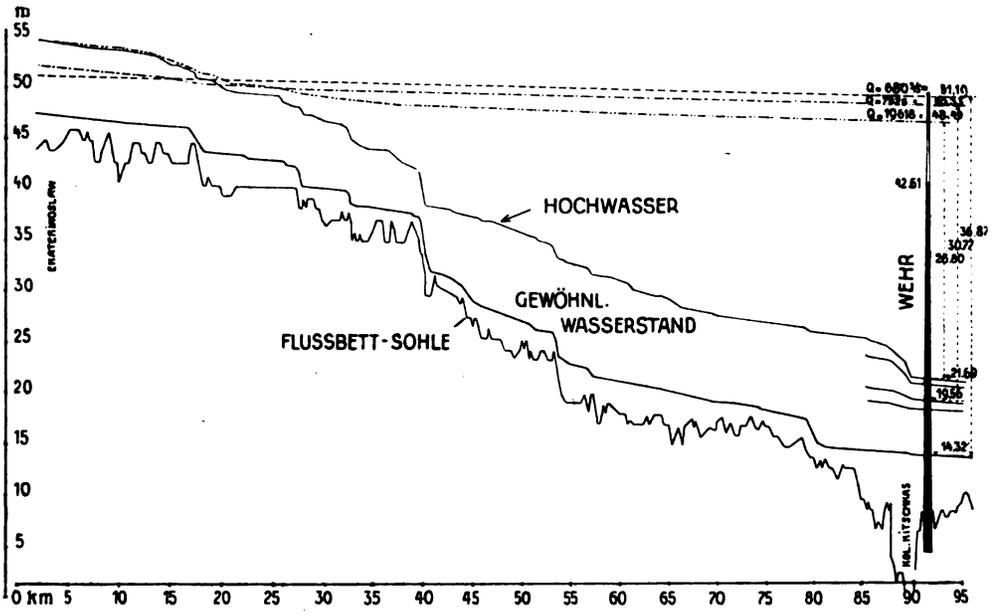


Abb. 2. Längenprofil des Porogenteiles.

Dnjepr bekannt sind. Da die durchgehende Schiffahrt unmöglich ist, so entwickelte sich dieselbe hauptsächlich zwischen Orscha und Jekaterinoslaw (1250 km) oberhalb und zwischen Alexandrowsk und Cherson (281 km) unterhalb der Stromschnellen.

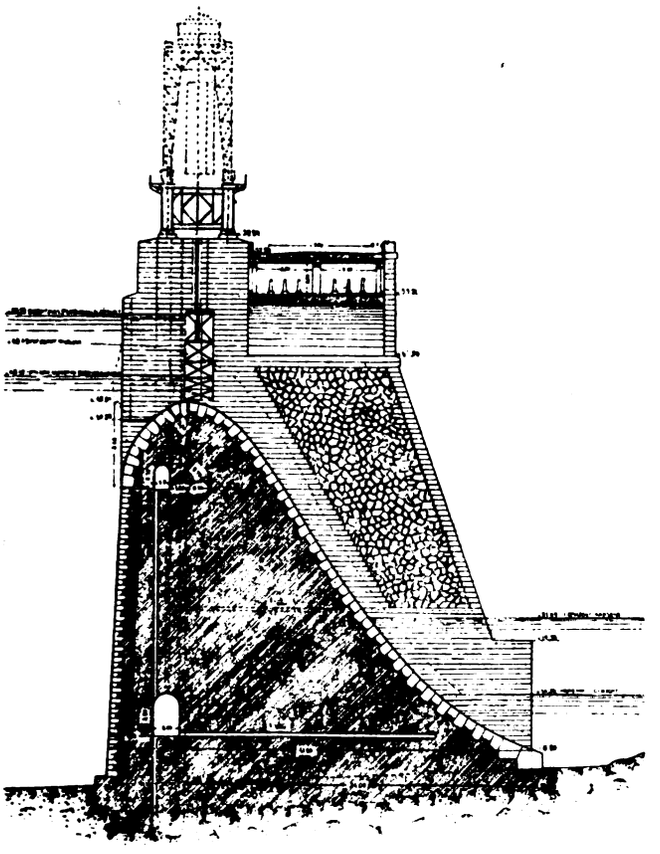


Abb. 3. Schnitt durch die Staumauer.

10 km von Saporogje (früher Alexandrowsk) spaltet sich der Fluß in zwei Arme, den Alten und Neuen Dnjepr mit der Insel Chortiza (12 km lang und 2 km breit).

Die riesige Bedeutung, welche der Dnjepr als großer Wasserweg haben könnte, der im Herzen des Landes, 200 km von Moskau, seinen Anfang nimmt, die fruchtbarsten und am dichtesten bevölkerten Teile des Landes durchfließt und in ein südliches eisfreies Meer mündet, wird durch die Porogen gehindert.

Zu verschiedenen Zeiten wurden in verschiedenen Teilen Umgangskanäle angelegt, die gründliche Abhilfe jedoch nicht brachten.

Die Wasserkraft des Dnjepr ist hauptsächlich in dem Unterteile zwischen Ekaterinoslaw und Cherson konzentriert und wird bei der Annahme eines Abflußkoeffizients von 0,35 auf 3,9 Mio. PS geschätzt. Das Gefälle ändert sich mannigfach auf verschiedenen Teilen des Flusses und erreicht seinen Höhenpunkt von 38 m auf dem Porogenteil (70 km). Ständige Beobachtungen des Flußregimes seit 1877 vom Verkehrs-Ministerium an der hydrometrischen Station Lotzmanskaja-Kamenka wurden vom Volkskommissariat für Verkehrwesen weitergeführt und es liegt nun bearbeitetes Material ununterbrochen bis 1923 vor. Auf Grund dieses Materials läßt sich folgende Tabelle der Häufigkeit der Wassermengen des Dnjepr von 1877 bis 1923 aufstellen:

Wassermenge Q m³/Sek.		% der Häufigkeit < Q
174—291	(katastrophisch und sehr selten	1,29
388	vorkommend)	4,17
486		11,16
583		22,20
680	(mittel niedrig)	31,39
777		40,15
874		47,12
971		53,84
1457		71,40
1942		77,82
2428		81,52

Digitized by Google

Wassermenge Q m³/Sek.	% der Häufigkeit < Q
2914	87,01
3399	87,76
4856	94,73
7975	98,7
9712	99,16
14568	99,87
20395	100,00

Wie intensiv der technische Gedanke sich mit dieser Frage beschäftigte, geht daraus hervor, daß in den letzten 20 Jahren bereits 10 Projekte von namhaften russischen und ausländischen Ingenieuren ausgearbeitet worden sind, welche die Schleusung des Dnjepr mit der Ausnutzung der Wasserkräfte in den Porogen verbinden. Am 31. Januar 1921 wurde der Prof. J. G. Alexandrow, durch einen Erlaß des Kollegium des „Hauptkomitees für Staatliche Bauten", beauftragt auf Grund der vorhandenen Projekte und eigener Untersuchungen ein neues Projekt für die Schleusung und Ausnutzung der Wasserkraft des Dnjepr auszuarbeiten. Nach 5jähriger mühsamer Arbeit sind mehrere tausend Bohrungen bis zu 60 m Tiefe gemacht worden und durch ständige Messungen und Beobachtungen des Flußregimes ist ein Projekt entstanden, welches technisch und ökonomisch in allen Einzelheiten ausgearbeitet nun seiner Verwirklichung harrt. Zum Unterschied von allen anderen Projekten, die sämtlich 2, 3 oder 4 Staumauern vorsehen und dementsprechend mehrere Kraftwerke und auch mehrere Schleusungskanäle bedürfen, ist das Projekt des Prof. Alexandrow auf dem Prinzip gebaut: — eine Staumauer, ein Schleusungskanal und ein Kraftwerk.

Etwa 2 km vor der bereits erwähnten Insel Chortiza bei der deutschen Kolonie Kitschkas ist die Wehranlage geplant. Sie soll aus Granitstein auf Zementmörtel bestehen und eine für den Wasserüberfall günstig geformte Krone besitzen. Ueber der Krone der Staumauer, sollen noch 25 Stoney-Schützen von 24 m Breite und 9 m Höhe angebracht werden, die es ermöglichen das Oberwasser auf der genannten Höhe zu regulieren (Abb. 3). Zur Bedienung der 160 t wiegenden Stoney-Schützen dienen 2 Laufkräne von je 180 t Tragkraft. Außer dem Laufkranen soll noch eine 11 m breite Fahrstraße über die Staumauer führen. Unter der Fahrstraße ist eine Galerie angelegt für die Sammelschienen des Kraftwerkes, welche zum Speisepunkte, auf dem linken Ufer, führen.

Die Abmessungen der Staumauer sind folgende:

Kote des Wehrrückens	42,61 m
„ „ normalen M.W.-Spiegels im Oberwasser	51,19 m
„ „ „ „ „ im Unterwasser	14,32 m
„ „ Wasserspiegels bei H.H.W. im Oberwasser	48,58 m
Höhe des H.H.W.-Spiegels über dem Wehrrücken	8,58 m
Anzahl der Wehröffnungen	25
Lichte Weite einer Wehröffnung	24,0 m
Gesamte Wehröffnung	600 m
Stärke der schmalen Pfeiler	4,80 m
Zahl der schmalen Pfeiler	20
Stärke der breiten Pfeiler	6,20 m
Zahl der breiten Pfeiler	4
Wehrlänge zwischen den Ufermauern	720,80 m
gesamte überstaute Oberfläche	270 km²
gesamter Stauinhalt	3,8 Milliarden m³

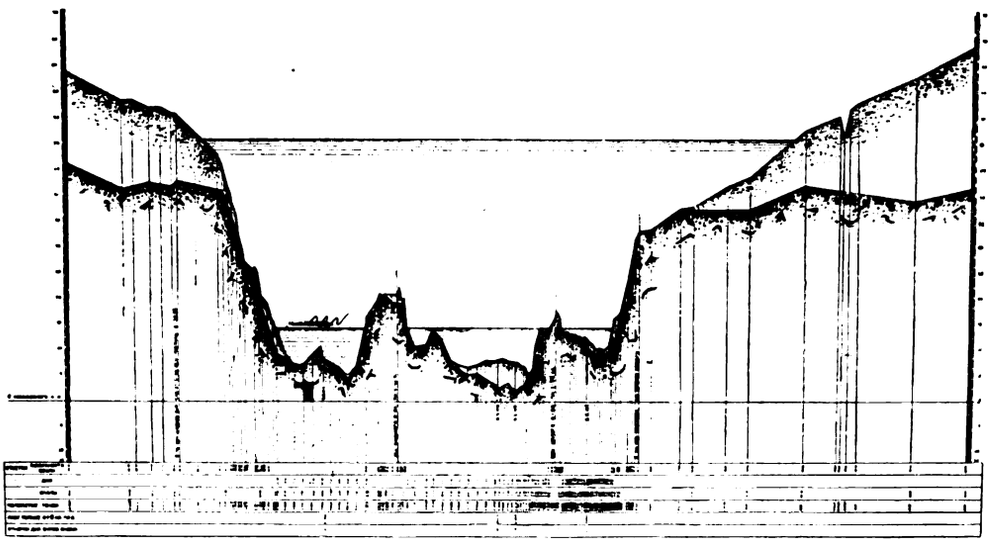


Abb. 4. Lage der Staumauer, Querprofil.

Die Staumauer (Abb. 3 und 4) ist auf einer Stelle geplant, welche die günstigsten Verhältnisse für den Wasserablaß und den Eisgang im Frühjahr bietet. Sie führt über 2 Granitinseln, die natürliche Stützen für die Staumauer bilden und die Ausführung, welche in 3 Bauabschnitten mittels Fangdämme im trockenen Grunde vor sich gehen wird, wesentlich erleichtern. Ueberhaupt ist der Baugrund sowohl für die Wehranlage als auch für den Schleusenkanal und das Kraftwerk der denkbar günstigste.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich hier um die letzten Ausläufer der Karpathen; die geologische Struktur des Bodens in einem Umkreise von 20 km besteht aus kristallinischen Gesteinen, Gneiß, Granitogneiß und Granite, die teils offen, teils unter einer Folge von weichen Ablagerungen, Löß und Tone, liegen. Die zu bewegende Erd- bzw. Felsenmengen sind für den Damm zirka 300 000 m³, wovon die Hälfte auf

Digitized by Google

Felsengrund entfällt; die Beton- und Steinmengen — zirka 800 000 m³. Für das Kraftwerk 600 000 m³ Erde, 500 000 m³ Felsen und 200 000 m³ Beton und Stein. Für den Kanal mit den Schleusen 1 300 000 m³ Erde, 750 000 m³ Felsen bei einer Beton- und Steinmenge von 160 000 m³.

Für die ganze kanalisierte Strecke von Jekaterinoslaw bis Saporogje ergibt sich eine Fahrwassertiefe von 4,26 m bei Mittelwasserstand, die später bis 4,9 m vergrößert werden soll. Diese letztere Tiefe ist auch für die Schleusenschwellen (Drempel) angenommen worden.

Am linken Ufer des Flusses, 350 m vor der Achse der Staumauer, beginnt die Schleusentreppe, deren Achse mit derjenigen der Wehrmauer einen Winkel von 99° bildet. Nach der Standardisierung, die im Schiffbau vom „Volkskommissariat für Verkehrswesen" jetzt durchgeführt wird, sollen durch den Schleusenkanal Schleppzüge von

Abb. 5. Plan der Gesammtanlage.

a) zwei großen Kähnen . . . . 106,5 ×15,97 m
b) ein Schlepper und zwei mittelgroßen Kähnen . . . . . 85,20×13,42 m
oder c) drei kleinen Kähnen . . . . 74,55×11,20 m
geschleust werden können.

Infolgedessen ergeben sich für die Schleusentreppe folgende Größen:

Länge des Schleusenkanals	1716 m
Länge der Ein- bzw. Ausfahrt je . .	341 m
Breite der Ein- bzw. Ausfahrt je . . .	65 m
Anzahl der Kammern	4
Gesamtlänge jeder Kammer	251 m
Nutzbare Länge	235 m
Breite	17 m
Höhe der Schleusenwände	14,87 m
Gefälle einer Stufe	9,22 m
Gesamtes Schleusengefälle	36,89 m

Die zweiflügeligen Stemmtore für die mittleren und unteren Schleusenhäupter sind 14,70 m hoch und 110 t schwer; dieselben für das obere Schleusenhaupt 11,90 m hoch und 90 t schwer. Das Füllen und Entleeren der Schleusenkammern soll durch zwei Eisenbeton-Grundläufe in der Stolle mit einem Durchmesser von 4,12 m und einem Querschnitte von 13,30 m, erfolgen. Das Wasser soll durch Galerien mit Abschlußvorrichtungen von Kammer zu Kammer geleitet werden.

Die Oertlichkeit erlaubt es die II. Kammer teilweise, die III. und IV. ganz aus den Felsen zu hauen. Das Abarbeiten des Staubeckens und die Senkung des Fahrwasserspiegels tritt nur in 37% Jahren an, wobei dieses nicht in die Schifffahrtsperiode fällt.

Die Oberflächengeschwindigkeiten auf der ganzen kanalisierten Strecke werden nicht größer als 2,13 m/Sek. bei einer Wassermenge von 7925 m³/Sek. sein. Größere Wassermengen als 7925 m³/Sek. betragen höchstens 1,3% und wurden in 21 Jahren von 46 gar nicht beobachtet. Die Verminderung der Geschwindigkeiten verursacht ein Absetzen von Sinkstoffen im Staubecken; da aber der gesamte Rauminhalt des letzteren rund 3710 Mio km³ beträgt, die Menge der vom Flusse geführten Sinkstoffe dagegen auch bei ungünstiger Abflußannahme weniger als 2 100 000 000 m³ ist, so würde die Verschlämmung des Staubeckens eine Zeitdauer von ungefähr 200 Jahren erfordern. Da jedoch nach der Kanalisierung der Stromschnellen auch eine weitere Kanalisierung des Flusses auf der Strecke Kiew-Jekaterinoslaw in Aussicht genommen wird, so darf die Frage der Verschlämmung wohl kein Bedenken veranlassen.

Die Kraftanlage ist für 650 000 PS entworfen; zuerst sollen jedoch nur 300 000 PS ausgebaut werden. An Hand der Jahreskurve des Kraftbedarfes bei voller Entwickelung der ersten Ausbauhälfte und einer größten Tagesbelastung von 300 000 PS wurde aus den 46 Beobachtungsjahren ermittelt, daß die Wassermenge völlig genügt in 37 Jahren und nur in 9 Jahren eine max. Wärmekraftreserve erforderlich wird, die nicht größer ist, als die im Verbrauchsgebiet bereits vorhandene.

Das Maschinenhaus der Anlage (Abb. 5) liegt am rechten Ufer des Flusses, unmittelbar am Stauwehr, als Fortsetzung desselben, einen Winkel von 130° mit ihm bildend. Es ist weder ein Zuleitungs- noch ein Ableitungskanal vorhanden und das Vorbecken ist durch einen Aushub im

Digitized by Google

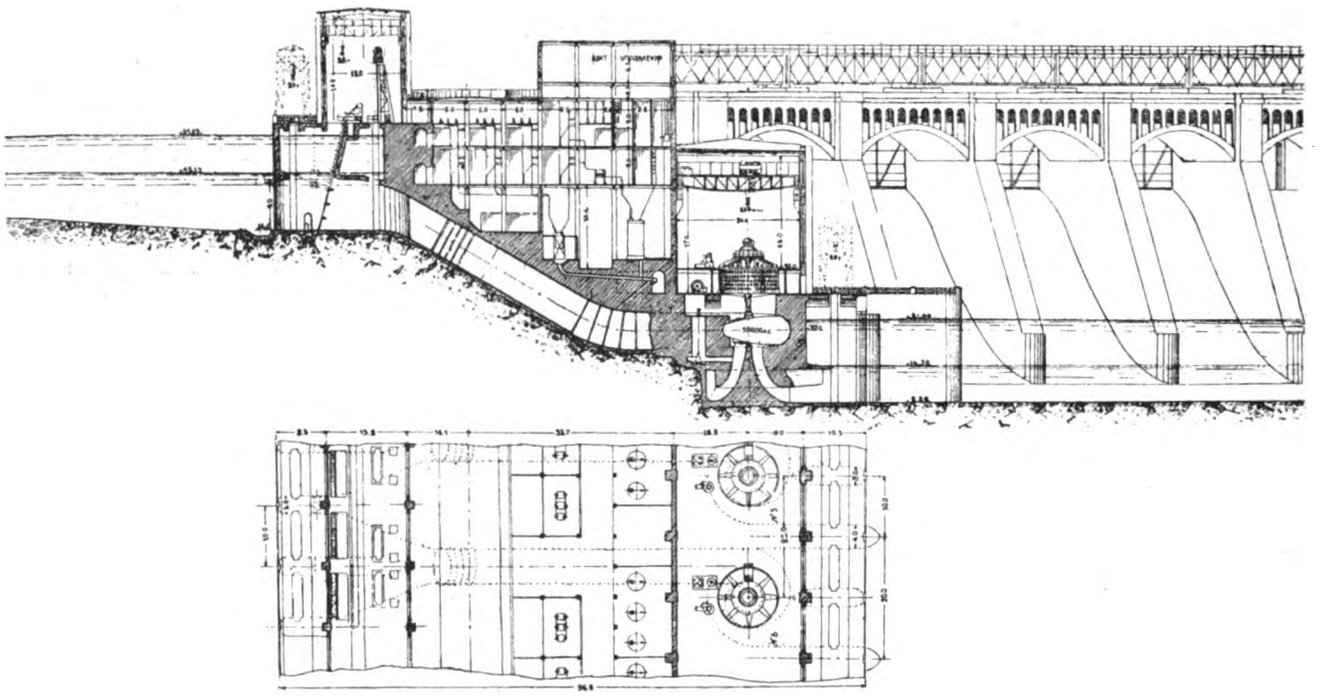


Abb. 6. Schnitt und Teilgrundriß des Kraftwerkes.

trockenen Ufer gebildet; der Wasserauslauf findet direkt in das untere Flußbett statt.

Vom Vorbecken wird das Triebwasser durch Stahlblechrohre von 5,7 m Durchmesser und 13—21 mm Wandstärke den spiralförmigen Turbinenkammern zugeführt, Abb. 6.

Die gewählten Turbinen sind vertikale Francisturbinen mit folgenden Abmessungen:

Zahl der Turbinen	7
Reingefälle	H=36,7 m
Wassermenge	Q=113 m³/Sek.
Drehzahl	n=125 pro Min.
Spezifiische Drehzahl	n_s=310
Leistung	N=50000 PS
Eintrittshöhe	b=1,9 m
Eintrittsbreite in die Turbinenkammer	e=5,66 m
Saugrohreintrittsdurchmesser	D_s=4,8 m.

Die Saugröhren sind vorbehaltlich näherer Versuche als „Hydraucone Regainer" in Aussicht genommen. Die Saughöhe wurde vorläufig, bis zur endgültigen Entscheidung durch Laboratoriumversuche, zu zirka 5,0 m angenommen, was sich aus den Mindestkosten des Felsaushubes für die Druckrohre ergibt und mit den von Prof. Dr. D. Thoma veröffentlichten Versuchsergebnissen übereinstimmt.

Der Druckrohrdurchmesser wurde für v=4,5 m/Sek. auf Grund der günstigsten Jahreskosten der Rohrleitung ermittelt. Als Verschlüsse werden entweder Rollschützen oder Johnson-Verschlüsse eingebaut, je nachdem die Kosten dieser oder jener günstiger ausfallen.

Auf den Wellen der Wasserturbinen sitzen die Drehstromgeneratoren von je 35 000 kW mit einer Spannung von 11 kV, 50 Per und n=125.

Es ist in Aussicht genommen auf der Welle des Haupt-

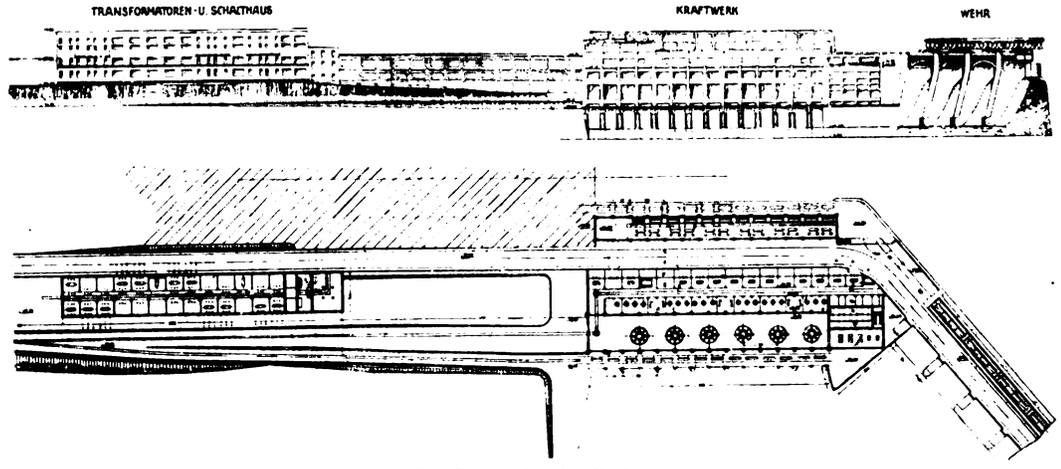


Abb. 7. Gesamtplan des Kraftwerkes.

Digitized by Google

generators einen zweiten kleinen Drehstromgenerator von 2200 Volt Spannung zu setzen, der die Erregermaschine, sowie auch die Hilfsmotoren für Lüftung, Kühlung usw. des betreffenden Generators speist. In Notfällen können diese Motoren auch aus der Eigenbedarfsanlage für 2200 Volt gespeist werden.

Der Achsenabstand der Turbinen beträgt 20 m. Ueber den Turbinen befinden sich die Bedienungsräume und darüber die Maschinenhalle mit einem Laufkran von 250 t Tragfähigkeit. Die Länge des Krafthauses beträgt 140 m, seine Breite 20 m. Zwischen Krafthaus und Bedienunghaus für die Rechen und Einlaßverschlüsse der Druckleitungen befindet sich die Transformatorenanlage. Das Gebäude für die Schützen- und Rechenbedienung ist 140 m lang und 12 m breit.

Von der Transformatorenanlage (jeder Generator bildet mit seinem Transformator eine Einheit) führen zunächst 2 Sammelschienen von 115 kV zum Verteilungshaus, Abb. 7, von wo aus die Energieverteilung in zwei getrennten Systemen erfolgt. Durch Trennschalter und Hilfsschienen lassen sich Generatoren und Transformatoren in Störungsfällen auch wechselseitig verbinden.

Die Selbstkosten des Stromes an den Sammelschienen des Werkes betragen (einschließlich einer Verzinsung von 6 %) — 0,8 Pf. pro kWh; an den Verbrauchstellen — je nach Entfernung — 0,9 Pf. (13 km), 1,25 Pf. (113 km) und 2,80 Pf. (300 km).

Von der Transformatorenanlage neben dem Krafthaus wird der hochgespannte Drehstrom (115 kV) mittels Freileitungen an die folgenden Verteilungspunkte geleitet:

Nach	Saporogje (10 km)	90 000 kW
„	Jekaterinoslaw (75 km)	30 000 kW
„	Jekaterinoslaw-Kamenskoe (30 km) .	10 000 kW
„	Nikopol (70 km)	55 000 kW
„	Nikopol-Krivoi-Rog (100 km) . . .	10 000 kW

Beim vollen Ausbau des Werkes (650 000 PS) wird auf dem linken Ufer eine Unterstation gebaut, welcher der Strom mittels Hochspannungsschienen zugeführt wird, die in einer Galerie unter der Fahrstraße liegen, welche über das Stauwehr führt.

Von hier aus wird der Strom nach Charkow und dem Don-Bassin geleitet (zirka 300 km) und zuerst mit den Fernleitungen des Kraftwerkes Sterowka, später auch mit dem Kraftwerk Grischino verbunden. Der jetzt ermittelte Kraftbedarf von 600 000 kWh wird sich verdoppeln, wenn außer der vorhandenen Berg- und Hüttenindustrie noch die chemische Industrie hinzukommen wird. Die Bedingungen dazu, wie Kaolin für die Porzellan-Industrie und andere Rohprodukte, sind vorhanden. Der billige Strom kann auch Anlagen zur Gewinnung von Stickstoff und eine Karbid-Industrie ins Leben rufen, für welche die Vorbedingungen ebenso vorhanden sind.

Beim höchsten aufgestauten Wasserspiegel wird ein Uferstreifen von 13,670 ha überschwemmt, wovon ¼ auf ödes unfruchtbares Land und ¾ auf Kulturland und einige Dörfer entfallen. Im Projekt ist auch eine Industrievollbahn einbegriffen, welche die Heranschaffung der Kohle für die Hüttenwerke beschleunigen und wesentlich verbilligen soll.

Die Gesamtkosten des gewaltigen Komplexes der Anlage stellt sich auf ungefähr 250 Mio GM., welche sich aus folgenden Teilkosten zusammenstellen:

Abb. 8 Schaubild der Gesamt-Anlage.

Stauwehr	ca.	41	Mio GM.
Schleusentreppe	„	26	„ „
Wasserkraftwerk	„	28	„ „
Elektrizitätswerk	„	32	„ „
Freileitungsnetz	„	30	„ „
Eisenbahnlinie	„	42	„ „
Hilfsbauten	„	20	„ „
Wohnhäuser f. d. Bedienungs-Personal	„	8	„ „
Enteignung	„	16	„ „
Unvorhergesehene Ausgaben . . .	„	7	„ „
Zusammen		250	Mio GM.

Von dieser Summe entfallen zirka 25 % auf ausländische Bestellungen für die Wasserturbinen, Generatoren, Transformatoren und andere maschinelle und elektrische Einrichtungen.

Mit dem Bau dieses Kraftwerkes wird ein Kreis von Elektrizitätswerken geschlossen die von der „Staatlichen Kommission für die Elektrisierung Rußlands" (GOELRO) im Jahre 1920 ausgearbeitet und zum größten Teil bereits fertiggestellt worden ist.

Welchen Aufschwung die russische Industrie seitdem genommen hat, wie gewaltig der Bedarf am elektrischen Strom seitdem gestiegen ist, geht daraus hervor, daß sämtliche bereits fertiggestellte Werke (außer Wolchow) um 300 bis 500 % erweitert, bzw. vergrößert werden. So z. B. das Kraftwerk Kaschira, welches mit 12 000 kW projektiert und auch fertiggestellt worden ist, (2 Turbogeneratoren à 6000 kW) soll um 2 weitere Turbogeneratoren à 16 000 kW vergrößert werden. Das Kraftwerk Schatura im Jahre 1920 mit 5500 kW projektiert, ist bereits um 32 000 kW vergrößert und vor einigen Monaten in Betrieb gesetzt worden. Dasselbe Bild sehen wir auch bei den Werken „Roter Oktober", Nischni-Nowgorod, Sterowka u. a. m., die kaum fertiggestellt, schon um einige Male vergrößert werden müssen, um dem Bedarf an Strom zu genügen, der inzwischen gewachsen ist und im steten Wachsen sich auch weiter befindet.

Es sei noch zu bemerken, daß auf sämtlichen bereits erwähnten und neu projektierenden Werken (außer den Wasserwerken am Wolchow und am Dnjepr) minderwertige Braunkohle oder Torf von 2800 W.E. verfeuert werden. Die Kraftwerke Sterowka (20 000 kW) und Grischino (40 000 kW), die im Donez-Bassin liegen, verfeuern Kohlenstaub, der sich dort seit Jahrzehnten aufgesammelt hat. Trotz des minderwärtigen Feuerungsmaterials sind die Werke bestrebt, den Verbrauch von Kohle auf das mindeste zu reduzieren; das Werk „Kaschira" hat es auf 2,8 kg je kWh gebracht, bei Braunkohle von 2800 WE.; das Werk „Roter Oktober" hat

Digitized by Google

es sogar auf 2,3 kg/kWh gebracht bei Torf von demselben Heizwert. Auch die anderen Werke sind bestrebt, den Verbrauch von Heizmaterial auf das Mindestmaß zu bringen und stellen Versuche mit verschiedenen Kesselfeuerungen an.

Aus allem oben gesagten ist zu ersehen, daß das neue Rußland mit seinen unerschöpflichen Naturschätzen und Entwicklungsmöglichkeiten ein unermeßliches Betätigungsfeld für die deutsche Technik und Industrie darstellt und bei entsprechender Wirtschaftspolitik ein wichtiger Faktor für das deutsche Wirtschaftsleben werden kann. (W. 717.)

Ueber eine Integration hydrodynamischer Grundgleichungen und Flüssigkeitsströmungen in Rotationshohlräumen.

Von Dipl.-Ing. Mauritz Treer, Budapest.

(Fortsetzung aus Heft 10, Seite 108.)

II.

Als Anwendung unserer Bewegungsgleichungen idealer Flüssigkeiten werden wir die Strömungen in Rotationshohlräumen untersuchen. In diesem Kapitel werden wir aber eher die praktische Wichtigkeit, als die allgemeine Gültigkeit im Auge halten, weshalb wir die (10), (12), (13) und (14) Gleichung für tropfbare Flüssigkeiten aufschreiben:

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p - p_0}{\gamma} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$p = e^{\int \frac{2}{\rho_t} d\eta} \left[- \int \left(\frac{2}{\rho_t} \cdot p_1 \cdot e^{- \int \frac{2}{\rho_t} \cdot d\eta} \right) d\eta + C \right] \quad (2)$$

$$p = f(\xi_1 \eta) \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$v \cdot \Delta\eta \cdot \Delta\zeta - v_0 \cdot \Delta\eta_0 \cdot \Delta\zeta_0 \quad \ldots\ldots (4)$$

Bei Untersuchung einer Strömung ist die erste Frage ob wir mit einer Potentialströmung zu tun haben oder nicht. Die dazu Bescheid gebende Existenz eines Geschwindigkeitpotentiales ist gleichbedeutend mit einer allgemeinen Gültigkeit der Bernoullischen Gleichung, also mit totaler Konstanz von p_0 und γ_0. Dann vereinfacht sich aber die Gleichung (2) und zwar:

$$p - p_1 = C \cdot e^{\int \frac{2}{\rho_t} \cdot d\eta} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

und dann $p - p_0$ einsetzend in (1):

$$v = c_1 \cdot e^{\int \frac{d\eta}{\rho_t}} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

So ist dann die Potentialbewegung laut (3)—(6) Gleichungen ein Spezialfall zwischen den allgemeinen Bewegungen laut Gleichungen (1)—(4).

Der zweite Schritt bei unserer Untersuchung der Flüssigkeitsbewegungen in Rotationshohlräumen ist die in Betracht kommende Strömung in drei Gruppen zu teilen. In die erste gehören die Flüssigkeitsbewegungen in Hauptkreisen des Raumes, in die zweite die Bewegungen mit Stromlinien in Meridianebenen und in die dritte die Strömungen entstehend durch vektorielle Superposition von den ersten zwei Gattungen.

Im ersten Falle haben wir Rotationsströmungen, die Stromlinien sind Hauptkreisen, die Normal und Binormallinien Geraden in Meridianebenen rechtwinklig beziehungsweise parallel zur Achse des Rotationsraumes. Die Kontinuitätsgleichung bedingt dann die Unveränderlichkeit der Geschwindigkeit und der Krümmungsradius ändert sich laut $\varrho_1 = -\eta + \text{const.}$

Von den möglichen Flüssigkeitsbewegungen haben wir nur eine Potentialströmung, und zwar die Lösung der (6) Gleichung.

$$v \cdot \varrho_t = \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

In allen anderen Fällen hat die Rotationsströmung kein Geschwindigkeitspotential und wir haben dann nur zwei Relationen die (1) und (2) für drei Veränderlichen v, p und p_0, also eine von den drei ist willkürlich zu wählen als Funktion von η. Wenn zum Beispiel $\frac{v}{\varrho_t} = \text{const.}$ ist, dann haben wir den Fall der in rotierenden Gefäßen relativ ruhenden Flüssigkeit.

Eine interessante Möglichkeit ist eine Rotationsströmung, die den dynamischen (1)—(3) Gleichungen an willkürlich gewählten Rotationsflächen nicht gleich kommt. Eine solche Strömung kann aber stationär nur aufrechterhalten werden, wenn die Flüssigkeit an diesen Flächen entsprechend unterstützt wird. Die rotierende Flüssigkeit übt Reaktion auf solchen Flächen, die dadurch den Flügeln und Schaufeln flüssigkeitsenergetischer Maschinen entsprechend und ähnlich sind.

Die zweite Gruppe unserer Strömungen sind die Meridianströmungen. Die Binormallinien bilden die Gesamtheit der Hauptkreise, die Stromlinien und Normallinien liegen in Meridianebenen. Die äußersten der Stromlinien laufen an gegebenen Rotationsflächen, sind also gegeben. In diesem Falle wenn $\Delta\zeta_0$ der Abstand zweier Stromlinien r_0 weit und $\Delta\zeta$ der Abstand r weit von der Achse ist, wird:

$$\Delta\zeta = \frac{r}{r_0} \cdot \Delta\zeta, \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

sein. Die Kontinuitätsgleichung ist also:

$$v \cdot r \cdot \Delta\eta = v_0 \cdot r_0 \cdot \Delta\eta, \quad \ldots\ldots (9)$$

Unsere Gleichungen, nämlich (2) und (9) sind nicht günstig geeignet für analytische Untersuchungen, erlauben aber Ausbildung einer graphischen Methode, wie es in nächsten folgt.

Betrachten wir einmal eine Normallinie. Die geht zwischen den zwei Grenzen der Strömung und ihre Länge ist, wenn wir eine genügende n Zahl von Stromlinien haben:

$$\eta_n - \eta_0 = \sum_{1}^{1=n} \Delta\eta_1 \quad \ldots\ldots (10)$$

wo $\Delta\eta_1$ entsprechend dem natürlichen Koordinatensystem die Bogenlänge der Normallinie zwischen zwei Stromlinien ist.

Die Krümmungsradien (ϱ_t) sind nur an den Grenzflächen bekannt; wir können aber mit genügender Pünktlichkeit

Digitized by Google

für eine graphische Methode annehmen, daß längs einer Normallinie der Krümmungsradius zum Beispiel linear sich ändert, in welchem Falle $\varrho_t = f(\eta) = -k.\ \eta + \eta_0$ ist, wo die Konstanten k und η_0 ohne weiteres aus den Krümmungsradien der zwei gegebenen Grenzlinien zu bestimmen sind.

Für Potentialströmungen ergibt dann die Lösung der Gleichung (6)

$$v = v_0 \left(\frac{\rho_{t_0}}{\rho_0}\right)^k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

welchen Wert von v in die Kontinuitätsgleichung (9) einsetzend:

$$\Delta\eta = \frac{\rho_t^k}{r} \cdot \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

So haben wir dann die obenerwähnte geometrische Bedingung in vorliegendem Falle für die Möglichkeit einer Flüssigkeitsströmung.

Wenn wir also n + 1 Strömungslinien haben, müssen wir für jedes n Linienstück die Gleichung (12) aufschreiben mit aus dem Halbierungspunkte gemessenen ϱ_{ti} und r_i und für die Gesamtheit aller Stromlinien die (10.) Gleichung. Damit haben wir n Unbekannten, die $\Delta\eta_i$ Linienstücke, und die in allen Gleichungen gemeinsame Konstante, insgesamt also n+1 Unbekannten eindeutig bestimmt mit obigen ebensovielen Gleichungen. Die anlaytische Lösung ist schwierig, die graphische aber einfach auf folgende Weise:

Darstellen wir mit willkürlicher Konstante $f = \frac{\rho_t^k}{r}$ const. als Funkstation von η. Zwischen den Werten η_0 bis η_n, dann zeichnen wir n gleichschenkelige ähnliche Dreiecke unter die f Kurve derart, daß ihre Spitzen auf f Kurve fallen und ihr Grund auf der Abszisse stehe, dann gibt der Grund jeder Dreiecke die in der Reihe entsprechende $\Delta\eta_i$. Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht das Verfahren.

Vorstehendes durchführend für mehrere möglich gut gezogenen Normallinien, können auch die Stromlinien eingezogen werden. Wenn die Pünktlichkeit des Strombildes von besonderer Wichtigkeit ist, sind die eingezogenen Stromlinien nach rechtwinkligem Schnitte mit den Normallinien und der Richtigkeit der Relation

$$\rho_t - f(\eta) = -k \cdot \eta + \eta_0$$

zu kontrollieren, und wenn es notwendig ist wiederholen mit vollständigeren Aufnahmen das Verfahren.

Aehnlich mögen wir auch nichtpotentielle Strömungen untersuchen; lieber wenden wir uns aber der dritten Gruppe unserer Strömungen zu.

Wenn wir zwei Strömungen mit denselben Randbedingungen haben, können wir aus den üblich aufgeschriebenen Eulerschen und Kontinuitätsgleichungen den Schluß ziehen,

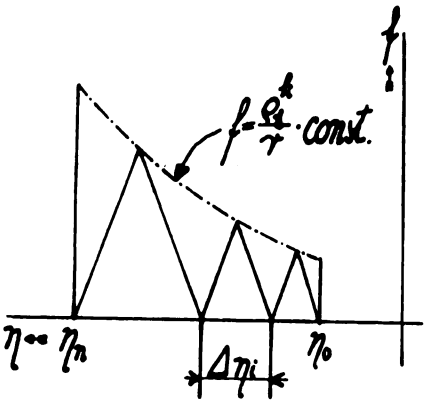


Abb. 1. Das Dreieckverfahren für Meridianströmungen.

daß wir wieder eine mögliche Strömung bekommen, wenn wir in jedem Zeit- und Ortspunkte die Geschwindigkeiten vektoriell und die Spannungen skalar summieren. Infolge dessen ist eine Strömung immer als Superposition einer Meridian und Rotationsströmung zu betrachten, wenn die in Zylinderkoordinaten alleinig mit Hilfe des Radius r und Abstandes Z von einer Grundebene, aber ohne eine Zentriwinkel ω charakterisierbar ist. Diese sind die allgemeinsten Strömungen, die wir mit Hilfe der angewandten Gleichungen (II/1—II/6) ohne Schwierigkeit untersuchen können.

Die obigen Betrachtungen bieten naheliegende Möglichkeit für einen Ausbau einer zweidimensionaler Theorie für Flüssigkeitsenergie transformierende Maschinen. Dieser Artikel diene aber hinzuweisen an eine sehr allgemeine Integrationsmöglichkeit der Bewegungsgrundgleichungen und an eine große Möglichkeit der Ausbildung graphischer Verfahren mit einem Anwendungsbeispiele dessen.

(W. 508.)

Zuschriften.

Zur Frage wasserwirtschaftlicher Versuche und Beobachtungen im großen.

Zu der in Heft 4 dieser Zeitschrift, S. 37, enthaltenen Zuschrift des Herrn Geheimrats Prof. F. Kreuter teilt die Oberste Baubehörde im Staatsministerium des Innern folgendes mit:

„Die bayerische Staatsbauverwaltung war sich bei der Ausnützung der Wasserkräfte stets bewußt, daß der Einbau hoher Wehre in die Flüsse mit beweglicher Sohle und die weitgehende Wasserentnahme auf lange Flußstrecken besonders in den geschiebeführenden Flüssen Südbayerns Anlaß zu einschneidenden Veränderungen des Flußzustandes geben wird. In dieser Erkenntnis wendet sie schon seit mehreren Jahren der Beobachtung der Abflußvorgänge, der Geschiebebewegung und der Bettausbildung vor allem in den Flußstrecken, die unter den Einwirkungen der Maßnahmen zur Großwasserkraftausnützung stehen, ganz besonderes Augenmerk zu.

Durch planmäßige Wasserspiegel- und Flußbettaufnahmen, die in den ausgenützten Flußstrecken in der Regel alljährlich und auf längere Flußstrecken vielfach auf ganzen Flußläufen in größeren Zeitabständen zur Durchführung kommen, werden die Flußverhältnisse zu gewissen Zeitpunkten genau festgelegt und in Verbindung mit Wasser- sowie Schwebstoff- und Geschiebemessungen und dergleichen die Grundlagen für die Beurteilung des Verhaltens der Flüsse und für die wissenschaftliche Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Wasser- und Geschiebebewegung geschaffen. Für die Auswertung der Beobachtungen und für die wissenschaftliche

Digitized by Google

Behandlung aller dieser Fragen, besonders der an den südbayerischen Flüssen äußerst wichtigen Frage der Geschiebebewegung ist seit dem Jahre 1923 bei der Landesstelle für Gewässerkunde ein eigenes Referat errichtet.

Damit hat die bayerische Staatsverwaltung nicht nur einem Bedürfnis Rechnung getragen, das sich in dem vorbezeichneten Umfange bei ihrer praktischen, auf ordnungsgemäße Instandhaltung der Flüsse gerichteten Tätigkeit mit der Großwasserkraftausnützung eingestellt hat; sie hat auch die günstige Gelegenheit, die sich bei dem Einbau hoher Wehre in geschiebeführende Flüsse ergeben hat, nicht außer acht gelassen, durch sorgfältige Beobachtung der Naturvorgänge in Flüssen und durch wissenschaftliche Forschungsarbeit auf von der Natur gegebenen Grundlagen zur Förderung der Erkenntnis vor allem auf dem Gebiete der Geschiebebewegung in Flüssen beizutragen."

Herr Geheimrat Professor Dr. F. Kreuter äußert sich zu vorstehendem:

„Die vorstehende, dankenswert aufklärende Aeußerung ist mir auch unmittelbar zugestellt worden. Ich habe sie dem Herrn Hofrat Dr.-Ing. Krapf in Innsbruck mitgeteilt und konnte danach auch weitere an mich ergangene Anfragen, was in Bayern in dieser Richtung geschehe, beantworten. Was die Sache betrifft, so darf ich wohl auf mein Buch „Der Flußbau" (5. Aufl. 1921) verweisen, worin ich darüber mich ausführlich (Seite 26 bis 60) verbreitet und den Wunsch vieler Fachgenossen mit vertreten habe, daß die Ergebnisse solcher, für die Allgemeinheit wichtigen Forschungen der Fachwelt zugänglich gemacht werden möchten.

(W. 759.) (gez.) Franz Kreuter."

Rundschau.

Wasserkraftanlagen.

Rheinkraftwerk Schwörstadt. Für neue Rheinkraftwerke liegen drei Konzessionsgesuche vor: Rekingen vom Stauwehr Eglisau bis Badisch Rekingen, für Dogern und für Schwörstadt. Konzessionsanleiher sind der Schweizerische Bundesrat und die badische Regierung; die Gesamtausbauleistung der drei Kraftanlagen wird 184 000 PS betragen bei einer Jahresarbeit von 1,12 Milliarden kWh; der Kanton Aargau wird an seine Stelle die Nordostschweizerischen Kraftwerke in die Beteiligung, auf die ihm das Optionsrecht bis zu 25% zusteht, treten lassen. Die N. O. K. können damit ihrer Verbindung von Niederdruckwerken und Hochdruckwerken ein weiteres Niederdruckwerk angliedern und wollen sich beim Ausbau von Schwörstadt beteiligen. Für dieses Kraftwerk sollen von den erforderlichen 60 Millionen Schw. Franken die Hälfte in Aktien aufgebracht und von der Badischen Elektrizitätsversorgung Karlsruhe, der Kraftübertragungswerke Rheinfelden A.-G., der Motor-Kolumbus A.-G. und den N. O. K. übernommen werden. Die Vorarbeiten für die Planung sind im Gang. (W. 730.)

Von der Bisamratte, welche sich neuerdings auch in Südbayern den Zeitungsnachrichten zufolge erheblich vermehrt und eine nicht zu unterschätzende Gefahr für wasserbauliche Anlagen bildet[1]), wird aus Böhmen gleiches berichtet[2]). Dort werden nicht weniger als vier Angriffe von Bisamratten auf Menschen erwähnt, wobei die Ratte die angegriffenen Personen mehrmals ansprang und in einem Falle erhebliche Bißverletzungen die Folge waren; in einem anderen Falle sprang eine Ratte dem Angegriffenen mehrfach bis an die Brust und verbiß sich in die Kleidung. Auch in Karlsbad wurden mehrfach Bisamratten in der Stadt beobachtet und erlegt.

Die Bekämpfung dieser Schädlinge muß daher auch seitens der Wasserkraftanlagen-Besitzer mit größtem Nachdruck verfolgt werden, da diese Tiere auch den Bestand der Dämme, Betonschalen usw. aufs schwerste gefährden, abgesehen von den Schäden für die Fischerei. (W. 771).

1) „Die Gefahr der Bisamratte für Wasserkraftanlagen und ihre Abwehr", von Dr. Pustet, diese Zeitschrift 1925, H. 8, Seite 133.

2) „Wasserwirtschaftliche Mitteilungen des Deutschen Meliorationsverbandes für Böhmen", 1926, Nr. 5.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft. Gemischte Kraft- und Wärmeanlagen. Von Prof. Niethammer. — E. T. Z. 1926, Heft 9, S. 273—276, mit 2 Abb. — (Kraft- und Wärmewirtschaft sowie Kupplung zwischen Wärmekraft- und Abwärmekraft-Anlagen mit Wasserkraftanlagen im Gebiet des E. W. Bodenbach und E.W. Brünn, wobei die industriellen Abwärmekraftanlagen billigsten Winterstrom in Ergänzung der Wasserkraftwerke liefern). —

— Die Betriebssicherheit der Fernstromlieferung. Von Peucker. — E. T. Z. 1926, H. 10, S. 301 bis 303. — (Unter Bezug auf die Berliner Fernstromversorgung wird nachgewiesen, daß die Störungen bei den Abnehmern fast ausnahmslos auf die Anschlußanlagen, nicht auf die Großkraft-Erzeugung und -Uebertragung entfallen, daß vielmehr die Großkraftübertragung die Störungen nach Größe und Dauer einschränkt infolge der gegenseitigen Aushilfe). —

— Badische Energiewirtschaft. — Südwest-Deutschland, 1926, H. 2, S. 36—46 und H. 3, S. 64—66, mit 1 Abb. — (Entwicklung der Wasserkraftnutzung, die bestehenden und geplanten Werke; die Elektrizitätsversorgung durch die bestehenden und geplanten Erzeugungs- und Verteilungsanlagen; deren Netze und Unterwerke; Pläne der Verbindungen Stuttgart-Meitingen (Bayernwerk), Bayernwerk-Mainstufen-Mannheim). —

— Aufgaben der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Von Dr. v. Rieben. Elektrizitätswirtschaft, 1926, H. 403, S. 81—85, mit 2 graph. Darstellungen. — (Lage der deutschen El.-Wirtschaft und ihre Entwicklung; Verluste und Anforderungen der Kriegs- und Nachkriegszeit, Forderungen hinsichtlich des Ausbaues, der Finanzierung, Tarifgestaltung und des Zusammenarbeitens von öffentlicher und privater Wirtschaft). —

— Probleme der schweizer. Elektrizitätswirtschaft. — Von Dir. Trüb. Schweiz. Bauztg., 1926, Bd. 87, H. 12, S. 160—163, mit 4 Abb. — (Entwicklung der Hauptleitungen, zunächst uneinheitlich; programmatische Forderungen für Verbindung zwischen den Produktions- und Verbrauchszentren der Schweiz mit den Wasserkräften Oberitaliens und den Wärmekraftwerken Frankreichs durch Nord-

Digitized by Google

Süd- und Ost-West-Hauptleitungen. Ausführung des Programmes. Wichtigkeit der Fremdkraftspeicherung (Pumpenspeicherung); freie Zusammenarbeit: weder große Konzerne noch ungeeigneter Staatsbetrieb, kein Zwischenhandel. Beachtenswerte Einheitlichkeit der Bahnstromversorgung, neuerdings Zusammenlegung von Drehstrom- und Einphasenstrom-Erzeugung zum Ausgleich). —

Hydraulik. Bestimmung der Schätzungswerte für Abflußmengen der Hochwässer. Von Dr. Parenski. — Der Bauingenieur, 1925, H. 5, S. 81—84, mit einer Abb. — (Empirische Formel aus einem Glied m zur Berücksichtigung der Bodengestaltung des betreffenden Flußgebietes und seiner Größe und einem für die Flußgebiete verschiedenen Glied = $Q = m.F^{3}/_{5}$ [m³/sec]; Tafel der m-Werte.)

— Dränung und Versuchswesen. Von Professor Dr. Meixner. — Wasserwirtschaftl. Mitt. d. Deutschen Meliorationsverb. f. Böhmen, 1926, H. 1, S. 1—5, mit 2 Abb. — (Entwicklung des kulturtechnischen Versuchswesens; Bodenuntersuchung, Hygroskopizität und Einfluß der Körnung des Bodens, die verschiedenen Methoden. Untersuchungen von Rothe über Bodendurchlässigkeit. Das bodenkundliche Versuchswesen in der tschecho-slowakischen Republik, Programme und Arbeiten.)

— Die Wandrauhigkeit in der Strömungslehre. Von Professor Dr. Lorenz. — Schiffbau, 1926, H. 3, S. 66, mit einer Abb. — (Zurückführung der Rauhigkeitsziffer auf den Anstieg der Unebenheiten der Wand: $\lambda_0 = \frac{4h}{l}$ mit h = Höhe der Unebenheiten, l = deren Länge. Folgerungen für Modellversuche: gleicher Baustoff und gleiche Oberflächenbeschaffenheit.)

— Beziehung zwischen Tiefe und Krümmung von Wasserläufen. Von H. C. Ripley. Proceedings of the Americ. Soc. of Civil Eng., Dezember 1925, S. 1907—1938, mit 29 Zahlentafeln. Erfahrungsformeln für die Koordinaten des Querschnitts eines Wasserlaufs, abhängig von mittlerer Tiefe, Weite und Krümmungshalbmesser, für volle und geteilte Querschnitte, Grenzen des Geltungsbereichs, Bestimmung der größten Tiefe. Brauchbarkeit an Flüssen von 460 bis 14 000 m² Querschnitt, 100 bis 900 m Breite und 400 bis 11 000 m Krümmungshalbmesser.

— Verdunstung in Bewässerungsgebieten der Vereinigten Staaten. Von J. E. Houk. Proceedings of the Amer. Soc. of Civil Engineers, Januar 1926, S. 41—61, mit 4 Abb. und 4 Zahlentafeln. (Monatsmittel von 50 Beobachtungsstellen in den Weststaaten von Nordamerika über Verdunstungshöhe, jährliche Verdunstungshöhe von neun Beobachtungsstellen, für drei- bis zwölfjährige Beobachtungszeiten, Eisverdunstungshöhen in einem Winter an einer Stelle.)

— Wasserstands-Voraussagen (Vattenstands-Förutsägelser). Von Wallén. — Svenska Vattenkraftföreningens publikationer 180 (1926 : 2). — Diskussion der Ergebnisse der Voraussagen für 1925; ziemlich gute Uebereinstimmung; Prognose für 1926.

— Gleichungen zur Bestimmung des Druckverlustes in Wasserrohrleitungen. Von Ingenieur Brinkhaus. Gas- und Wasserfach 1926, H. 9, S. 165—168, und H. 10, S. 189—192, mit 4 Abb. (Bestimmung des Reibungsverlustes in Wasserrohrleitungen. Abhängigkeit der c-Werte von der Rauhigkeit der Rohrwandung und dem Rohrdurchmesser, unbedingte Gültigkeit der Grundgleichung $\frac{h}{l} = c \frac{v^2}{D}$)

— Sulla determinazione della portata massima di un corso d'acqua naturale in base alle condizioni geometriche e idrometriche di un tronco dell' alveo (Die Bestimmung des größten Abflusses eines natürlichen Wasserlaufes auf Grund der geometrischen und hydrometrischen Bedingungen eines Flußbettabschnittes). Von Ing. Professor Andruzzi. — Annali dei Lavori Pubblici, 1925, H. 12, S. 1052—1069, mit 11 Abb. — (Analytische Behandlung des Abflußvorganges.)

— Ein Beitrag zur Berechnung des Kolkes. Von Dr.-Ing. Lehr. — Bauingenieur, 1926, H. 6, S. 110—115, mit 2 Abb. — (Wichtigkeit systematischer Versuche. Betrachtung der Kolkkräfte, abhängig vom Einfallswinkel und Walzenbildung; die im Kolkbecken umgesetzte kinetische Energie wird berechnet unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs für Walzenbildung. Die Zerteilung des Ueberfallstrahles in vertikaler (Quellenbildung) und horizontaler Richtung, deren Energieverbrauch. Berechnung der Kolktiefe, Beispiele.)

Eingegangene Bücher.

Landeselektrizitätswerke. Von A. Schönberg u. G. Glunk. 398 Seiten mit 144 Abbildungen, 4 Tafeln und 56 Tabellen. München und Berlin 1926, Verlag R. Oldenbourg, Preis gebunden RM. 28.—.

Jahrbuch der Elektrotechnik, Uebersicht über die wichtigeren Erscheinungen auf dem Gesamtgebiete der Elektrotechnik, unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen und mit besonderer Unterstützung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie, herausgegeben von Dr. Karl Strecker. 269 Seiten. München und Berlin 1926, Verlag R. Oldenbourg. Preis gebunden RM. 15.40.

Der Ueberblick über das gesamte Bauwesen, Sigmaverlag für Technik und Wissenschaft, Stuttgart 1926, 1. Jahrgang, Nr. 2. Einzelpreis RM. 1.50.

(Der „Ueberblick" soll den Fachleuten aller Gebiete in kürzester Form eine Uebersicht über alles in der Fachliteratur Zerstreute bieten, nötigenfalls auch mit den wichtigsten Abbildungen in einer Anordnung, welche das Sammeln der Beiträge nach Fachgebieten geordnet, ermöglicht. Neuerscheinungen aus der Literatur und Buchbesprechungen vervollständigen die Sammlung; deren zweite vorliegende Lieferung zeigt, daß die Bearbeitung ein außerordentlich umfangreiches Material umfaßt und kaum irgendwelche Lücken läßt.)

Annali dei Lavori Pubblici, 1926, Nr. 3. Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore. — (Aus dem Inhalt: Ballantini: Il ponte Ravedis sul torrente Cellina; Conti, Pratica delle condotte forzate. Assegnazione dei diametri. — La diga del Gem Lake in California; L'Acpuedotto di Hetch-Hetchy di S. Francisco in Califoria; Lo sbarramento Wilson sul fiume Tennessee e la centrale idroelletrica di Muscle Shoals. — Le nuove norme per i progretti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta; Regolamento per i progretti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.) —

Statens Meteorologisk-hydrografiska Anstalt, Arsbok 7, 1925. Månadsöversikt över väderlek och vattentillgang jämte anstaltens arsberättelse. — Stockholm 1926. Preis schw. Kr. 2,50. (W. 765.)

Buchbesprechungen

Leykam-Josefsthal Aktiengesellschaft für Papier- und Druckindustrie, Wien. Denkschrift aus Anlaß der neuen Kraftanlagen im Werk Gratwein.

Digitized by Google

Die prächtig ausgeführte und ausgestattete Schrift mit 64 Seiten Text, zwei Plantafeln der Wasserkraftanlage Gratwein und vielen Kunstdruckabbildungen im Text und auf Tafeln, deren jede auch graphisch eine Meisterleistung ist, beschreibt im ersten Teil, der uns hier vorwiegend interessiert, die Planung, den Bau und die Einrichtungen der Wasserkraftanlage Gratwein als einer nach Größe und technischer wie ästhetischer Durchbildung (letzteres eine rühmliche Ausnahme im Rahmen der meisten Industriebauten!) in der ersten Reihe stehenden Anlage. Das Werk staut die Mur mit einem hydraulischen Dachwehr Patent Huber & Lutz von 2×22 m Breite und 2,8 m Stauhöhe und erzeugt in zwei Kaplanturbinen von je 3500 PS unter 9 bis 6,5 m Gefälle (bei 35 m³/sec bei letzterem Gefälle) bei 165 Umdrehungen mit vertikalen Drehstromgeneratoren von je 2500 kW Leistung zusammen mit einer ebenfalls näher beschriebenen Wärmekraftzentrale den Strom für die Fabriksanlagen. Diese Kaplanturbinen sind nach jener von Lilla Edet dzt. die größten Turbinen dieser Bauart auf dem Kontinent. Rechenreinigungsmaschine, elektrisch heizbarer Rechen und ebensolche Führungen der selbsttätigen Stauklappe im Vorbecken vervollständigen die moderne Einrichtung. Von der Wärmekraftanlage sei nur erwähnt, daß vier Hanomag-Steilrohr-Kessel Dampf von 30 atm und 400° liefern zum Betrieb einer (später zweier) zweigehäusigen Turbine von 2500 kW, 5300 Umdrehungen mit Zahnradvorgelege für den 3000tourigen Generator; der Heizdampf wird in zwei Stufen mit 8,5 und 5 atm abgezapft. — Weiter werden die übrigen Fabriksanlagen des weitverzweigten Unternehmens beschrieben.

Es ist erfreulich, wenn Industriebetriebe über den Rahmen des repräsentativen Charakters ihrer Schriften hinaus auch technisch Wertvolles in die Fachwelt kommen lassen.

(W. 736.) Ing. C. Reindl.

Der Film in der Technik, von R. Thun, Ingenieur. 286 Seiten mit 103 Abbildungen, einer Tafel und 40 Zahlentafeln. Berlin 1925, V.D.I.-Verlag, Preis gebunden RM. 12.—.

Wir haben an dieser Stelle (Heft 4, Seite 42) schon einmal darauf hingewiesen, welcher Wert dem Film als Anschauungs- und Belehrungsmittel für die weitesten Kreise beizumessen ist und ebenso unbestritten ist seine Unentbehrlichkeit als Forschungsmittel für Wissenschaft und Technik, von der Beobachtung rasch veränderlicher Strömungsvorgängen usw. angefangen bis zu den Zeit- und Bewegungsstudien als Grundlage wirtschaftlichster Ausnutzung menschlicher Arbeitskraft. Wenn der Film in den Fachkreisen vielleicht bisher noch nicht immer die Beachtung gefunden hat, die ihm in diesen Anwendungszwecken zukommt, so liegt dies wohl auch daran, daß weite Kreise über die Einzelheiten der Herstellung und Verwendung des wissenschaftlichen Filmes noch nicht genügend unterrichtet sind und dem wissenschaftlichen Film mehr oder weniger Spielcharakter beimessen. Es ist daher ein dankenswertes Unternehmen des Verfassers und des V.D.I.-Verlages, gerade über diese Anwendungszwecke die weitesten Fachkreise in einer klaren und übersichtlichen Form zu unterrichten. Dem Kinofachmann mag ja wohl das meiste nicht neu sein, dem Ingenieur, der sich mit der Anwendung des bewegten Lichtbildes zu beschäftigen hat, bieten die vielen Hinweise des Buches aber ein wertvolles Hilfsmittel, um das Beste herauszuholen und — es sei nur unter den vielen Einzelheiten an die Vermeidung der Drehrichtungstäuschungen und dgl. durch entsprechende Wahl der Aufnahmebedingungen erinnert — Fehler zu vermeiden, die dem Kinofachmann als Laien auf den vielen Spezialgebieten der Technik wohl oft nicht in den Sinn kommen würden. Auch die Aufnahme und Wiedergabeapparate sowie die Verfahren sind eingehend beschrieben.

Bei den sich immer mehrenden Filmen technischen Inhaltes ist manches zu sagen, was verbesserungsbedürftig ist; das besprochene Buch wird hier sicher Abhilfe schaffen und die Anwendung des Filmes in der Technik an sich wie auch die Vollkommenheit des Erreichten wesentlich unterstützen. Der Kinofachmann braucht nicht zu befürchten, daß ihn der Ingenieur bei der Aufnahme verdränge; der Ingenieur muß aber bei Filmen seines Gebietes in seiner Eigenschaft als Autor sich auch über die filmtechnischen Möglichkeiten einerseits und Schwierigkeiten anderseits im klaren sein, um den Filmtechniker das aufnehmen lassen zu können, was er festzuhalten wünscht. (W. 749). Ing. C. Reindl.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 22. 6. 26.

59b, 2. K. 96 327. Paul Kiel, Unterbreizbach, Rhön. Labyrinthstopfbüchsenpackung. 22. 10. 25.

60, 15. A. 44 323. Arca-Regler, Akt.-Ges., Berlin. Vorrichtung zur Vermeidung des Ueberregelns und Pendelns an Reglern für beliebige Zwecke. 26. 2. 25. England 28. 2. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 29. 6. 26.

84d, 2. 429 329. Orenstein & Koppel Akt.-Ges., Berlin. Bagger für abwechselnden Löffel- und Greiferbetrieb; Zus. z. Pat. 395 890. 21. 3. 23. O. 13 594.

59b, 1. W. 65 607. Wilhelmshütte Akt.-Ges. für Maschinenbau & Eisengießerei und Fritz Kugel, Eulau-Wilhelmshütte. Laufrad für Kreiselpumpen und Kreiselgebläse. 28. 2. 24.

88a, 6. 429 148. Heinrich Stoll, Sigharting, Oesterr.; Achsial beaufschlagte Wasserturbine mit starren und beweglichen Leitradschaufeln. 15. 4. 24. St. 37 891.

Mitteilung des Verlages.

„Wasserkraft-Jahrbuch" 1924.

Der Verlag gibt bekannt, daß eine beschränkte Anzahl von durch Versand im Einband leicht beschädigten Exemplaren, welche aber vollständig und im Text unbeschädigt sind, zum ermäßigten Preis von RM. 14.— abgegeben werden kann. Baldige Bestellung mit dem Vermerk, daß leicht beschädigte Exemplare gewünscht werden, empfiehlt sich, da der geringe Vorrat rasch aufgebraucht sein wird.

„Wasserkaft-Jahrbuch" 1925/26.

Für den in Vorbereitung befindlichen 2. Jahrgang des „Wasserkraft-Jahrbuches", für welchen eine große Reihe sehr wertvoller Beiträge vorliegen, werden Vorausbestellungen zum ermäßigten Subkriptionspreis bereits angenommen. Der Subkriptionspreis dürfte etwa RM. 15.— betragen.

Richard-Pflaum-Druckerei- u. Verlags-A.-G.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unseres Blattes liegen Prospekte der Firmen JOSEPH VÖGELE A.-G. MANNHEIM, sowie JULIUS SPRINGER, Verlagsbuchhandlung, Berlin bei, auf welche wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 12 **München, 15. Juni 1926** **21. Jahrgang**

Ausgleichsschächte in Druckstollen.

In der „Energia elettrica" vom März 1925 gibt Ingenieur Guido Ferro des hydraulischen Institutes der k. Ingenieurschule Padua einen interessanten Bericht über einige besondere Typen von Schächten zum Ausgleich von Schwingungen in Druckstollen.

1. Arbeitsweise eines gewöhnlichen Druckausgleichbeckens.

Wegen der verschiedenen Belastung, mit der die Turbinen einer Wasserkraftanlage arbeiten, und der stets damit verbundenen Betriebsstörung ist man darauf bedacht durch besondere Regulierorgane, die möglichst schnell im Vergleich zur Geschwindigkeit der Absperrorgane ansprechen, das Gleichgewicht in der Wasserbewegung wieder herzustellen. Bei Abnahme der Belastung oder teilweisem oder ganzem Schließen der Schützen muß notwendigerweise die Fließgeschwindigkeit im Stollen herabgemindert werden entsprechend dem geringeren Wasserverbrauch und gleichzeitig muß die noch in Bewegung befindliche größere Wasserführung, die im Stollen gleich nach dem Absperren ankommt und an der Turbine jetzt nicht mehr verarbeitet wird, aufgenommen und entlastet werden. Umgekehrt muß beim Uebergang zu größerer Belastung die Fließgeschwindigkeit im Stollen vergrößert werden und gleichzeitig sofort mit der Belastungssteigerung größere Wassermengen der Turbine zugeführt werden, und zwar solange Zusatzwasser von einem außerhalb des Stollens liegenden Reserve-Schacht, als die Einstellung des neuen Gleichgewichtszustandes im Stollen Zeit erfordert. Die Funktion eines Ausgleichsschachtes ist also eine doppelte: Erstens Lieferung bzw. Aufnahme des größten Teiles der von der Turbine beim Wechsel der Belastung verlangten bzw. zurückgewiesenen Wassermenge und zweitens Erzeugung einer Beschleunigung (+ bzw. —) der Wasserbewegung im Stollen im Vergleich zur vorhergehenden gleichförmigen Bewegung. Je schneller und stärker also die Beschleunigung im Stollen eintritt, desto schneller ist die erste Funktion erfüllt. Da nun der einfache Schacht oder Becken die beiden Funktionen erfüllen und das Becken zur Aufnahme (bzw. Lieferung des Ueberschuß- (bzw. Zusatz)Wassers verhältnismäßig groß sein muß, kann sich der Wasserspiegel in diesem großen Becken nur langsam nach der Piezometerlinie, die dem neuen Wasserverbrauch entspricht, einstellen und somit auch nur langsam der neue Gleichgewichtszustand im Stollen und rückwirkend muß das Becken wieder groß sein, da der Wasserbedarf bzw. die Wasserzurückweisung, die während des Reguliervorganges vom Becken ausgeglichen werden müssen, groß ist infolge der langsamen Beschleunigung im Stollen.

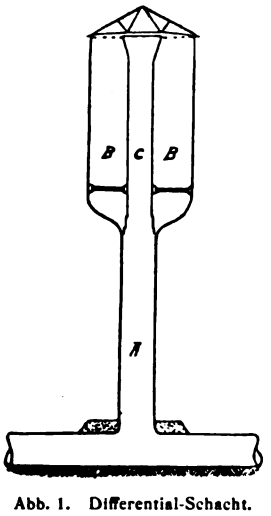


Abb. 1. Differential-Schacht.

Durch eine besondere Konstruktionsanordnung hat R. D. Johnson die beiden Funktionen deshalb getrennt (siehe hierüber auch den Bericht von Johnson über den „Surge Tank" auf der Weltkraftkonferenz London 1924 — Anm. d. Uebers.)

2. Konstruktion und Wirkung des Differentialschachtes.

Die Konstruktion des Differentialschachtes von Johnson besteht im wesentlichen darin, daß ein unteres Rohrstück A (Abb. 1) von gleichem Querschnitt wie die Druckleitung bis wenig unter den niedersten Punkt der Piezometerlinie (bei Vollast) heraufführt in das Becken B und von der dort mit kleinerem Querschnitt (C) über die höchst mögliche Wasserspiegelerhebung aufsteigt. Beim Uebergang vom Querschnitt A in C steht das untere Rohr durch gewöhnlich ringförmige Oeffnungen mit dem Becken B in Verbindung; diese Oeffnungsweite ist maßgebend für die Wirkung. Diese ist nun so zu denken: Bei größerer Belastung fällt die Wassersäule im inneren Rohr rasch und löst in wenig Sekunden eine starke Beschleunigung der Wasserführung aus, während im Becken B die Wassersäule viel langsamer fällt entsprechend dem Bedarf an Zusatzwasser bei der höheren Belastung. Der Wasserspiegel im inneren Rohr stellt sich infolge des geringen Wasservolumens sehr schnell nach der Piezometerlinie der jeweiligen Belastung der Maschinen ein, der Druckausgleich und damit die Einstellung der neuen Geschwindigkeit im Stollen erfolgt deshalb auch sehr schnell. Praktisch ist damit erreicht, daß beim Differential-Schacht der neue Gleichgewichtszustand in 75—300 sec eintritt (abhängig von der Länge des Stollens, zwischen 1 und 10 km) gegenüber der 2—3fachen Zeit beim einfachen Schacht. Beim Differential-Schacht kommt somit zum Vorteil des kleineren Querschnitts noch der der kürzeren Schwingungsdauer. Abb. 2 zeigt die Schwin-

Digitized by Google

gungen beim plötzlichen Abstellen der Maschine beim Stollen 3 der Ontario Power Co. Niagara.

3. Berechnung.

Voraussetzung sei:

1. Der Querschnitt des inneren Rohres ist so klein, daß die Wasserspiegelschwankungen nur kurz sind im Hinblick auf die nötige Zeit zur Beschleunigung im Stollen.
2. Die Oeffnungen zwischen Rohr und Becken sind so zu wählen, daß der Wasserspiegel im Rohr, sobald er sich entsprechend der Belastungsänderung eingestellt hat, unverändert bleibt, bis die ganze Beschleunigung im Stollen erreicht ist.
3. Trägheit und Reibung in Rohr und Becken seien vernachlässigt.

Es bezeichnen: t = Zeit; T = Dauer einer ¼ Schwingung.

t_a bezw. t_r = notwendige Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts im Stollen.

l = Länge, w = Querschnitt des Stollens.

Ω = Querschnitt des Beckens ohne Rohr.

a = Querschnitt der Öffnungen; (Koeffizient = 1).

U = Geschwindigkeit im Stollen; U_1 = Grundgeschwindigkeit vor Änderung.

μ = Koeffizient für das Verhältnis zwischen vollständiger Entlastung und dem Quadrat der Geschwindigkeit im Stollen.

x = Ausschlag der Wassersäule im Becken von der ersten Ruhestellung aus,

a_0 und a_1 = Wert von a für t = 0 bzw. t = T.

x_1 = Wert von x für t = T.

a) Belastung:

$$(1)\quad dt = -\frac{\frac{l}{g}\,dU}{x_1 - \mu\,(U^2 - U_1^2)};$$

durch Integration mit den Grenzen U und U_1 und wenn gesetzt wird

$$Z = \sqrt{\frac{x_1}{\mu} + U_1^2}$$

erhält man

$$(2)\quad t_a = \frac{l}{2g\,\mu Z}\log\frac{(Z-U_1)\,(Z+U)}{(Z+U_1)\,(Z-U)}$$

Beide Seiten mit wU multipliziert, erhält man die Wassermenge, die in diesem Zeitintervall den Stollen durchflossen hat und welche abgezogen von derjenigen, welche gleichzeitig in die Turbine eintritt zur Belastungserhöhung mit einer Geschwindigkeit U_2, die nötige Zusatzmenge ergibt:

$$w \cdot U_2 \cdot t_a = w\int_0^t U\,dt = w\,U_2\,t_a - \frac{w\,l}{g}\cdot$$

$$\cdot\int_{U_1}^{U}\frac{U\,dU}{x_1 - \mu\,(U^2 - U_1^2)} = x\,\Omega;$$

daraus

$$(3)\quad x = \frac{w\,l}{2g\,\mu\,\Omega}\left\{\frac{U_2}{Z}\log_e\frac{(Z-U_1)\,(Z+U)}{(Z+U_1)\,(Z-U)} - \log_e\frac{Z^2-U_1^2}{Z^2-U^2}\right\}$$

Damit ist das Verhältnis zwischen W. Sp. im Becken und

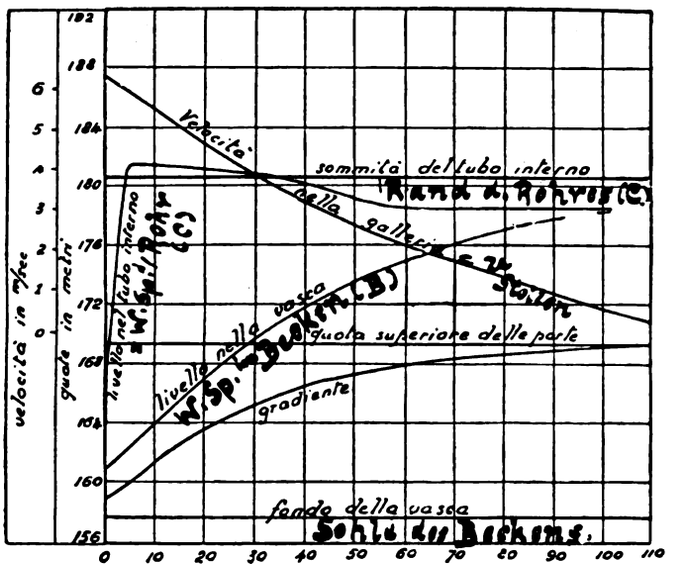


Abb. 2. Entlastungs-Schwingungen im Stollen 3 der Ontario Power Co.

der entsprechenden Geschwindigkeit im Stollen gegeben Mit U = U_2 und x = x_1 ergibt sich aus (3)

$$(4)\quad \Omega = \frac{w\,l}{2g\,\mu\,x_1}\left\{\frac{U_2}{Z}\log_e\frac{(Z-U)\,(Z+U_2)}{(Z+U)\,(Z-U_2)} - \log_e\frac{Z^2-U_1^2}{Z^2-U_2^2}\right\}\text{ oder}$$

$$\Omega = \frac{w\,l}{2g\,\mu^2 U_2^2\,k\,(1-r^2)}\left\{\frac{1}{y}\log_e\frac{(Y-r)\,(Y+1)}{(Y+r)\,(Y-1)} - \log_e\frac{k}{k-1}\right\};$$

dabei ist k = Stabilitätsziffer der Schwingungen = $\frac{x_1}{\mu\,(U_2^2 - U_1^2)}$;

$$r = \frac{U_1}{U_2} \qquad Y = \frac{Z}{U_2} = \sqrt{k\,(1-r^2) + r^2}$$

Da die Belastung hp, die in jedem Augenblick unter der Öffnung wirkt,

$$hp = x_1 - x = \frac{w\cdot l}{2g\,\mu\,\Omega}\left\{\frac{U_2}{Z}\log_e\frac{(Z-U)\,(Z+U_2)}{(Z+U)\,(Z-U_2)} - \log_e\frac{Z^2-U^2}{Z^2-U_2^2}\right\}$$

und da die durchlaufende Wassermenge ausgedrückt werden kann durch

$$a\sqrt{2g\,hp} = w\,(U_2 - U),\text{ folgt}$$

$$(7)\quad a = \frac{\sqrt{w}\,(U_2 - U)}{\sqrt{\frac{1}{\mu\Omega}\left\{\frac{U_2}{Z}\log_e\frac{(Z-U)\,(Z+U_2)}{(Z+U)\,(Z-U_2)} - \log_e\frac{Z^2-U^2}{Z^2-U_2^2}\right\}}}$$

= Querschnitt der Öffnung bei gegebener Geschwindigkeit im Stollen.

Wenn U = U_1 und U = U_2 ist:

$$(7')\quad a_0 = \frac{w\,(U_2 - U_1)}{\sqrt{2g\,x_1}}\text{ und}$$

$$(7'')\quad a_1 = \left\{\frac{w\,\Omega\,x_1}{l}\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right\}^{1/2}\text{wenn } a_1 < a_0$$

Digitized by Google

Mit Vernachlässigung der Reibung auch im Stollen ergibt sich:

$$\Omega = \frac{w\,l}{2\,g\,x_1^2}(U_2 - U_1)^2 \text{ und}$$

$$(8)\quad a = a_0 = a_1 = \sqrt{\frac{w\,\Omega\,x_1}{l}} = \text{konstant.}$$

Wenn $k = 1$ oder, was dasselbe ist, wenn der W. Sp. bei irgendeiner Belastungsänderung nicht über die Endgleichgewichtslage hinauskommen darf, hat man nur:

$$Z = U_2;\ x = \frac{w\,l}{g\,\mu\,\Omega}\log_e\frac{U_2 + U}{U_2 + U_1};\quad x_1 = \mu\,(U_2^2 - U_1^2)$$

$$a = \frac{\sqrt{w}\,(U_2 - U)}{\sqrt{\frac{2l}{\Omega\,\mu}\log_e\frac{2\,U_2}{U_2 + U}}};\quad a_0 = \frac{w\,(U_2^2 - U_1^2)}{\sqrt{2\,g\,\mu\,(U_2^2 - U_1^2)}}$$

In der Praxis, wenn das innere Rohr groß genug ist, wie dies normal der Fall ist, wenn sein Querschnitt = oder nur wenig < als der Stollenquerschnitt ist, kann man die Öffnung mit konstantem Querschnitt ausführen entsprechend (7').

b) Entlastung.

Entsprechend (1) ist hier $d\,t = \frac{\frac{1}{g}\,d\,U}{x_1 - \mu\,(U_2^2 - U^2)}$.

Die kritische Geschwindigkeit, bei der der W. Sp. den Diff.-Schacht nicht übersteigt, ist

$$U_g = \frac{1}{\mu}\left\{\frac{w\,l\,(e-1)}{2\,g\,\Omega\,e}\right\}^{1/2} = \frac{0{,}179}{\mu}\sqrt{\frac{w\,l}{\Omega}}\ \text{m/sec.}$$

und die größte Höhe über dem Wasserschloß W. Sp., die man dem Becken bei einem gegebenem Querschnitt Ω geben muß, wie auch U wechselt:

$$d_{max} = \frac{w\,l}{2\,g\,\mu\,e\,\Omega} = 0{,}0187\,\frac{w\,l}{\mu\,\Omega}\ \text{in m.}$$

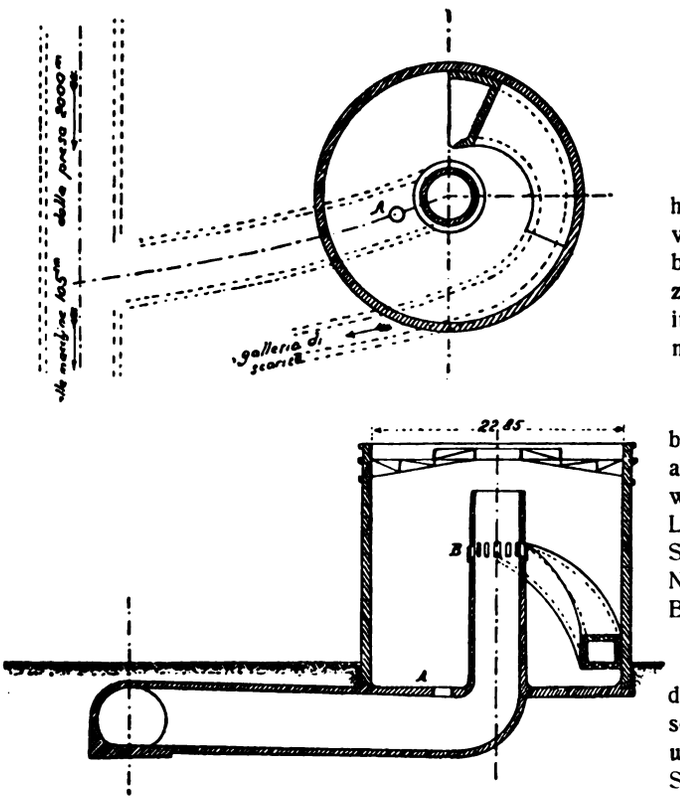


Abb. 3 u. 4. Differential-Schacht der Ontario Power Co

4. Anlagen mit Differential-Schächten.

Abb. 3 und 4 zeigt die Anlage der Ontario Power Co.: Durchmesser des Beckens 22,85 m, Höhe 21,65 m.

Abb. 5 zeigt einen Diff.-Schacht aus Eisen der Colton-Anlage der Amerik. Aluminium Co., Φ = 15,15 m, h = 78,6 m (Gesamthöhe mit Rohr).

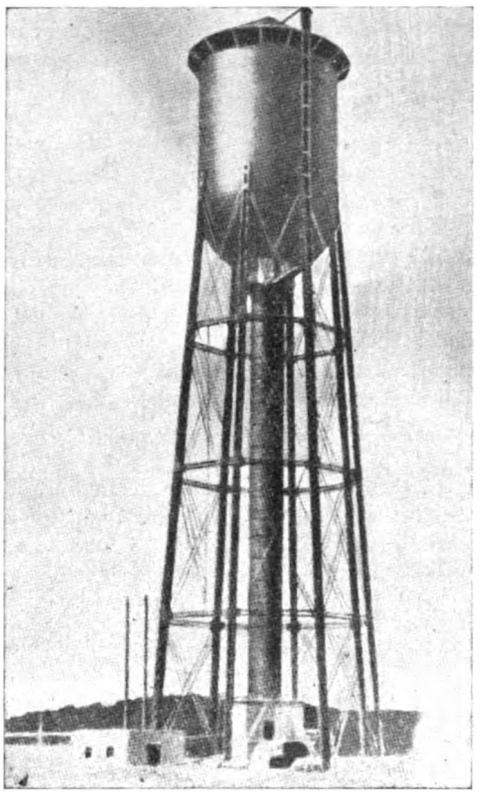


Abb. 5. Differential-Schacht der Colton-Anlage.

Ein anderer amerik. Schacht, der halb in den Fels gehauen, halb aus Eisenbeton gebaut ist, hat einen Durchmesser von 9,55 m, eine Höhe von 24,40 m. Wieder andere Anlagen bestehen aus einem großen Rohr (1,5 m Φ) und einem konzentrischen Becken (3,65 m Φ, h = 57 m). Im ganzen sind in Amerika etwa 25 Diff.-Schächte ausgeführt, in Europa noch kein einziger.

5. Mehrere Becken.

Mehr um zu große Konstruktionen zu vermeiden, wie insbesondere bei Schwierigkeiten infolge der Geländeverhältnisse als um die W. Sp. Schwingungen noch weiter zu dämpfen, wendet man zum Teil außer dem Becken am Ende der Leitung noch eines zwischendrin an entweder mit dem Stollen direkt verbunden oder vermittels eines Seitenstollens. Natürlich verteilen sich dann die Schwankungen auf beide Becken. Die Bewegungs- und Kontinuitäts-Gleichungen lauten:

$$\frac{l}{g}\frac{d\,U}{d\,t} = x - \mu\,U^2;\quad \frac{d\,x}{d\,t} = \frac{Q}{\Omega} - \frac{w}{Q};$$

dabei ist l_1 die Länge des Druckstollens zwischen Wasserschloß und erstem Becken, l_2 die Entfernung zwischen ersten und zweiten Becken; U_1 und U_2 = Geschwindigkeit im Stollen zwischen Wasserschloß und Becken 1 bzw. Becken 1 und Becken 2; Ω_1 bezw. Ω_2 = Querschnitt von Becken 1

Digitized by Google

bzw. 2: x_1 bezw. x_2 = W. Sp. Differenz zwischen Wasserschloß-W. Sp. und W. Sp. in Becken 1 bzw. zwischen dem W. Sp. in Becken 1 und 2:

$$\frac{l_1}{g}\frac{d\,U_1}{dt} = x_1 - \mu_1 U_1^2; \quad \frac{l_2}{g}\frac{d\,U_2}{dt} = x_2 - \mu_2 U_2^2;$$

$$\frac{d\,x_1}{dt} = \frac{1}{\Omega_1}(w_2 U_2 - w_1 U_1); \quad \frac{d\,x_2}{dt} = \frac{1}{\Omega_2} Q - w_2 U_2)$$

Gewöhnlich ist bei mehreren Becken das Endbecken klein, das mittlere dagegen weit größer, so daß man gewissermaßen sagen kann, daß die Wirkung ähnlich der des Diff.-Schachtes ist: Das Endbecken ist dabei als das innere Rohr und das mittlere Becken als das Becken des Diff.-Schachtes zu betrachten. Im Anfangsstadium der Beschleunigung wird hier das Endbecken jedoch weiter absinken, als dem neuen Gleichgewicht entspricht, da es hier zu einem gewissen Grad als Reservebecken wirkt. Weiter ist zu beachten, daß die Möglichkeit der Resonanzschwingungen, die unter Umständen durch die beiden Becken erhöht werden, bei übereinstimmender Periodenzahl besteht.

6. Berechnung mehrfacher Schächte.

Nach der Methode von Pressel gelten für ein einziges Becken die zwei Grundgleichungen:

$\Delta U = \frac{g}{l}(x - H)\,\Delta t$ und $\Delta x = \left(\frac{Q}{\Omega} - \frac{w}{\Omega} U\right)\Delta t$, wobei H der ganze Druckhöhenverlust im Druckstollen bei einer Geschwindigkeit U ist.

Für hintereinandergeschaltete Becken gilt entsprechend:

$$\Delta U_1 = \frac{g}{l_1}\Delta t\,(x_1 - H_1); \quad \Delta x_1 = (w_2 U_2 - w_1 U_1)\frac{\Delta t}{\Omega_1}$$

$$\Delta U_2 = \frac{g}{l_2}\Delta t\,(x_2 - H_2); \quad \Delta x_2 = \left(\frac{Q}{\Omega_2} - \frac{w_2}{\Omega_2} U\right)\Delta t$$

7. Berechnung von Schächten mit Versuchsmodellen.

Die Grundgleichungen der Bewegung und der Kontinuität können in der Form geschrieben werden:

$$\frac{l}{g}\frac{dU}{dt} = x - \mu U^n \text{ und } \frac{\Omega dx}{w dt} = U_i - U;$$

dabei ist n variabel von 1,83 — 2 und U_i = die neue Endgeschwindigkeii. Zwischen der Wirklichkeit und dem Modell bestehen nun folgende Beziehungen (Index 1 bedeudet Modell):

$$\frac{x}{x_1} = \frac{\mu}{\mu_1}\cdot\frac{U^n}{U^{1n}}; \quad \frac{t}{t^1} = \frac{l\,U\,\mu^1 U^{1n}}{l^1 U^1 \mu\,U^n};$$

$$\frac{\Omega/w}{\Omega^1 w^1} = \frac{U t\,\mu^1 U^{1n}}{U^1 t^1 \mu\,U^n} = \frac{l(\mu^1)^2 (U^1)^{2n-2}}{l^1 \mu^2 U^{2n-2}};$$

$$\frac{\Omega\,x}{\Omega^1 x^1} = \frac{v \cdot l \cdot U^{2-n} \cdot \mu^1}{w^1 \cdot l \cdot \mu\,(U^1)^{2-n}}.$$

8. Ausführung von Ausgleichsschächten.

In Ausführung sind Serienschächte von der Allgem Trientiner Elektr. Gesellschaft bei der Anlage von Mezzacorona (Q = 60 cbm/sec, l Stollen = 2210 m, h = 24 m), ferner die Anlage am Lago Delle Piazze von der gleichen Gesellschaft (h = 36 m, 2 Schächte, Endschacht und ein Rohr). Beim Ponale Fall sind 2 Schächte projektiert.

Jakobsen schlägt für mittlere Gefälle einen Schacht mit nach oben abnehmendem Querschnitt vor, der ganz vorteilhaft scheint, wenn er in Fels ausgehauen werden kann. Am Kerkhoff-See ist ein solcher Schacht gebaut mit einer Gesamthöhe von 27 m, einem unteren Durchmesser von 12 m und einem Durchmesser in der Mitte von 5,20 m. Die Schwingungsdauer ist jedoch gegenüber dem Differential-Schacht fast doppelt so lang. (W. 466.)

Persönliches.

Unseren ständigen Mitarbeiter, Herrn
Dr. techn. Armin Schoklitsch,
beglückwünschen wir zu seiner Berufung als o. ö. Professor an die Deutsche Technische Hochschule zu Brünn.

Am 9. Juni d. J. begeht Herr Geheimer Baurat
Dr.-Ing. e. h. Sigmund Bergmann,
Gründer und Generaldirektor der Bergmann-Elektrizitäts-Werke, die Feier seines 75. Geburtstages. Geheimrat Bergmann ist einer der ältesten Pioniere der amerikanischen und deutschen Elektrizitäts-Industrie und gehört zu den führenden Persönlichkeiten unserer deutschen Groß-Industrie. 1869 siedelte er nach Neuyork über, wo er erst als Angestellter, sodann als Mitarbeiter und später als Partner zusammen mit Thomas Edison arbeitete. Später gründete er mit Edison gemeinschaftlich eine Gesellschaft unter dem Namen „S. Bergmann & Co." in Neuyork.

In seine Heimat zurückgekehrt, schuf er 1891 in Berlin die Gesellschaften „S. Bergmann & Co., Aktiengesellschaft, Fabrik für Isolier- und Leitungsrohre, Spezialartikel für elektrische Anlagen", sowie 1893 die „Bergmann-Elektromotoren und Dynamowerke Aktiengesellschaft", und im Jahre 1900 wurden von ihm beide Gesellschaften zu der bekannten Weltfirma vereinigt.

Rundschau.

Energiewirtschaft.

Frankreichs Energieversorgung.

Ueber die Energieversorgung Frankreichs aus den verschiedenen Energiequellen veröffentlicht das Ministerium der öffentlichen Arbeiten[1]) eine Uebersichtskarte (Abb. 1), welche einen näheren Ueberblick über die heutigen Stromversorgungsverhältnisse gestattet. Wenn man die ausgezogenen Linien der im Betrieb oder im Bau befindlichen Anlagen betrachtet, kann man sich des Eindruckes eines Stückwerkes von vier durch weite Zwischenräume getrennten, schwer zu vereinheitlichenden Netzen nicht erwehren. Auch die gestrichelten projektierten erheblichen Erweiterungen schaffen keinen Zusammenschluß zwischen den einzelnen Gebieten. Immerhin aber bieten die drei größeren südlichen Gebiete eine gute Verbindung zwischen Wasserkraft und Wärmekraft.

Im Norden Frankreichs betreibt die S. Electrique du Nord-Ouest ein 100 000 V-Netz von ca. 200 km, das aus Wärme-

[1]) Gelegentlich der Ausstellung in Grenoble 1925, aus „La technique Moderne" 1925, Heft 20.

Digitized by Google

kraftanlagen im Bergwerksgebiet (Kohle und Hochofengas) gespeist wird und des Ausgleiches mit Wasserkräften entbehrt.

Im Nordwesten besteht eine 200 km lange staatliche 120 kV-Leitung Vincey-Neuveville-Mohon mit angeschlossenen Verteilungsnetzen für Mittelspannung. Die Stammleitung dient auch zur Einfuhr der schweizerischen Energie und wird das zukünftige Großkraftwerk am Rheinkanal[2]) bei Kembs mit einschließen. Die schweizerische Wasserkraft ist hier mit inländischer Wärmekraft verbunden. In Mittelfrankreich finden

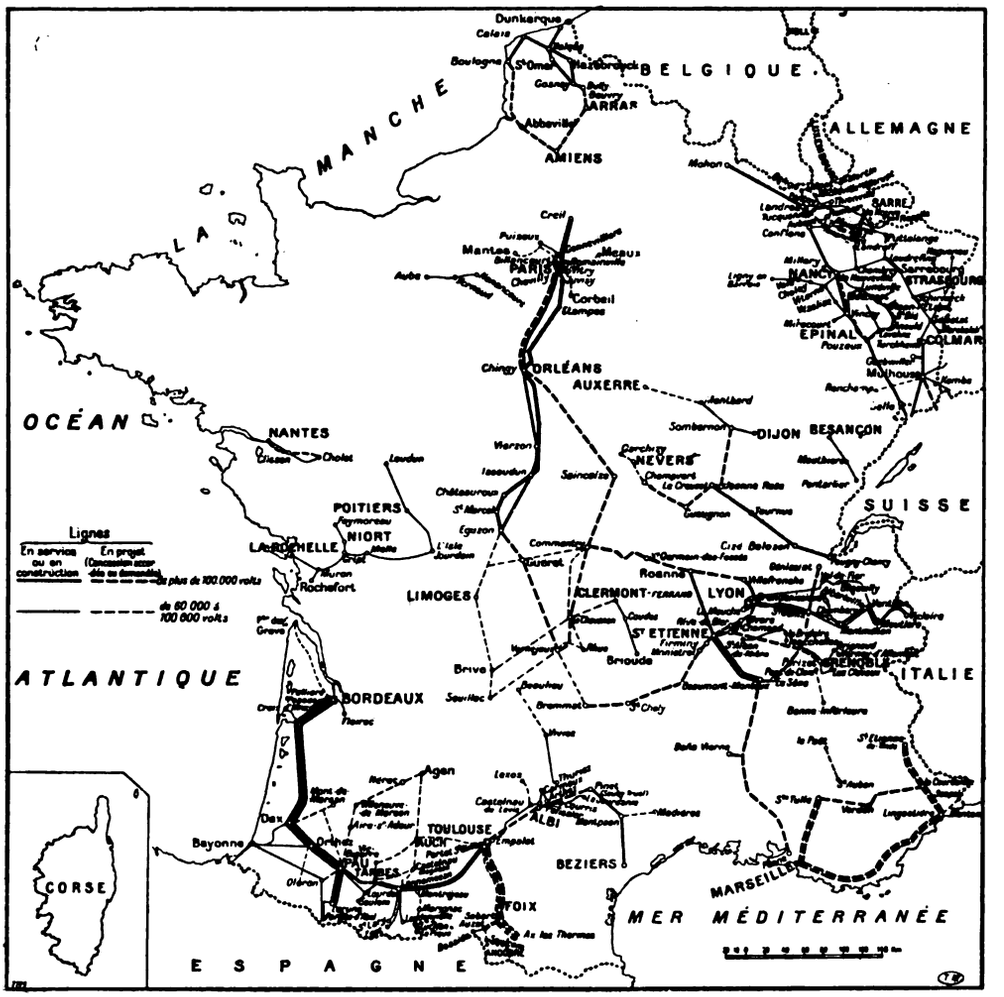


Abb. 1. Karte der Elektrizitätsversorgung Frankreichs.

Zeichen-Erklärung.

- über 100 kV im Betrieb oder Bau.
- 60 bis 100 kV im Betrieb oder Bau.
- = = = über 100 kV projektiert
- — — — 60 bis 100 kV projektiert.

wir die 150 kV-Stammlinie vom Dampfkraftwerk Eguzon nach Paris und isoliert das westfranzösische Netz, größtenteils auf Wasserkraft beruhend, mit wesentlichen geplanten Erweiterungen und Zusammenschluß mit den schweizerischen Wasserkräften. Hier ist auch der Mittelpunkt für die zukünftige Bahnstromversorgung. Die S. Energie Electrique Rhone et Jura besitzt die Konzession einer 120 kV-Linie von 200 km Länge zur Uebertragung der Wasserkraftleistung von Chancy-Pougny[3]) zu den Creusot-Werken mit geplanten Abzweigungen. Die Südwestecke Marseille-Menton ist wieder ein isolierter Teil.

Im Südosten ist gestützt auf die Wasserkräfte der Pyrenäen ein ausgedehntes 120 kV-Netz großenteils im Betrieb. Die erste 120 kV-Linie in Frankreich wurde 1921 zwischen Beaumont-Monteux und St. Etienne errichtet und soll in ihrer Fortsetzung das Wasserkraftgebiet der unteren Isère mit dem Kohlengebiet des mittelfranzösischen Netzes und Paris über Roanne verbinden.

Im ganzen verfügt Frankreich gegenwärtig über ungefähr 2000 km Leitungen mit Spannungen über 100 kV bis zu 150 kV. Die geplanten Erweiterungen werden den Umfang des Netzes auf 4500 km bringen, ohne eine Verkuppelung der vier verschiedenen Gebiete zur Verschiebung großer Leistungen ins Auge zu fassen. — Der Berichterstatter glaubt bei der Betrachtung des Auslandes feststellen zu müssen, daß „Deutschland große Summen zur Ausführung öffentlicher Arbeiten verwende, welche es Frankreich für Reparation zahlen müßte"; im Rahmen einer fachwissenschaftlichen Arbeit eine etwas eigenartige Bemerkung — abgesehen von der Wahrheit.

Die Bahnelektrisierung in Frankreich (Abb. 2), für welche ein Gesamtprogramm von 9000 km Streckenlänge studiert wird, erstreckt sich ausschließlich auf den südlichen Teil mit den Wasserkräften.

Der Staat elektrisiert gegenwärtig 400 km unter Verwendung von Wärmekraft, welche Linie zum Teil (Paris-Versailles, Paris-Bevon-les Bruyères) in Betrieb sind. Eine Wasserkraftversorgung aus den Netzen der oberen Dordogne oder der Rhone erscheint möglich. Die Chemins de fer du Midi

[2]) Diese Zeitschrift 1926, Heft, 1 S. 4 und H. 4, S. 39.
[3]) Diese Zeitschrift 1924, H. 23, S. 432.

Digitized by Google

besitzen seit längerem ein Einphasenbahnnetz mit 12 kV, welches aus den während des Krieges gebauten Kraftwerken Soulom und d'Eget gespeist wird. Seither hat die Gesellschaft begonnen ihre Einrichtungen auf Gleichstrom, der in Frankreich üblichen Betriebsart umzustellen. Sie besitzt im Tal d'Ossan drei Kraftwerke von zusammen 40 000 kW mit 150 kV Uebertragungsspannungen und 60 kV Mittelspannung. Gegenwärtig ist die Elektrisierung ziemlich beendet auf etwa 800 km Streckenlänge, hauptsächlich mit Südwesten; geplant ist die

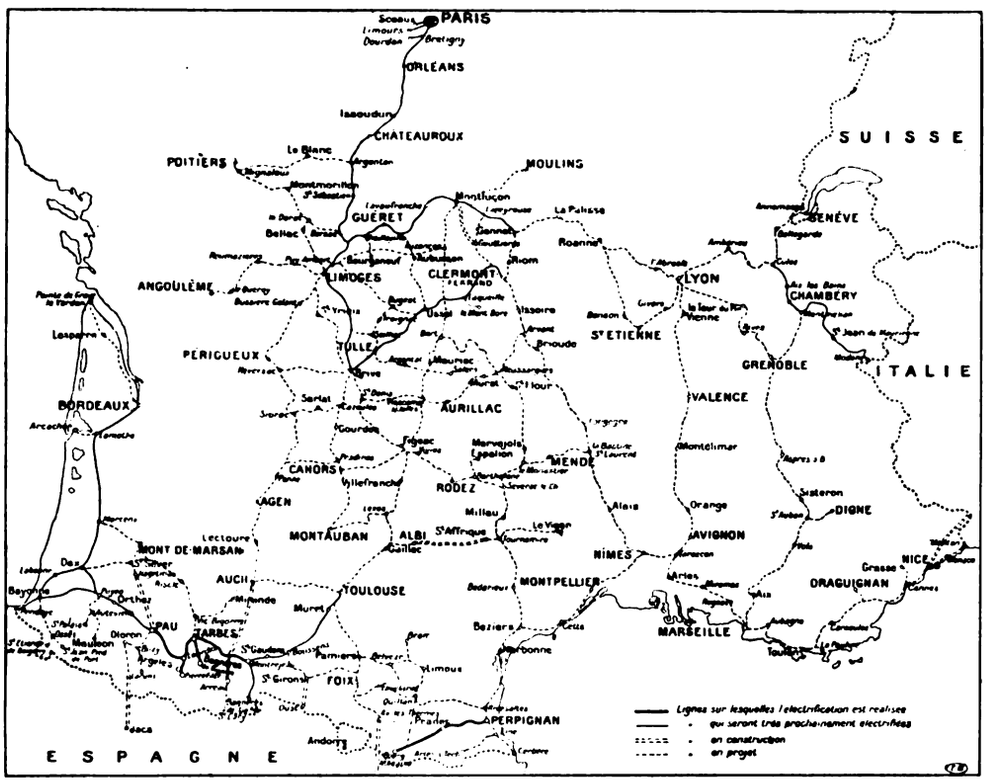


Abb. 2. Karte der Bahnelektrisierung Frankreichs.

Zeichen-Erklärung.

Elektrisierung ausgeführt.

demnächst zu elektrisieren.

im Bau,

projektiert.

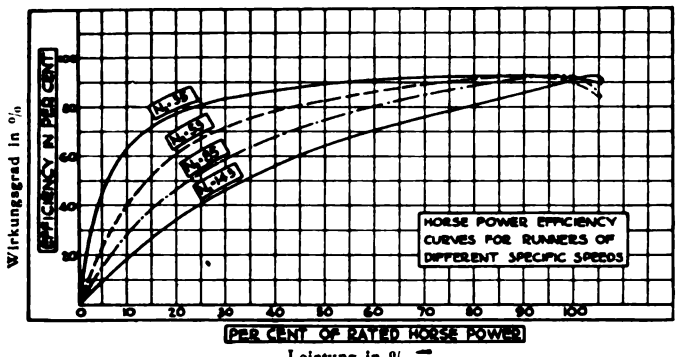
Elektrisierung von mehr als 3000 km, das sind ¾ der Netzlänge, innerhalb einer Zeitdauer von etwa 20 Jahren. Die Chemins de Fer de Paris à Orleans speist ihr Netz zum Teil aus dem Wärmekraftwerk Gennévilliers, zum Teil aus dem Wasserkraftwerk Egouzon (16 500 kW), sowie aus zwei im Bau befindlichen Anlagen an der oberen Dordogne. Die Uebertragung erfolgt vorläufig mit 150 kV, später mit 220 kV auf ein Mittelspannungsnetz von 90 kV. Die Elektrisierung beginnt mit der Strecke Paris-Brière und wird im vollen Ausbau etwa 3000 km umfasen. Die Compagnie P. S. M. baut keine eigenen Kraftwerke, sondern bezieht ihren Strom und hat bisher noch keine ernstlichen Projekte gefaßt.

Man wird sich hinsichtlich der Bahnelektrisierung des Eindruckes nicht erwehren können, daß es sich um mehr als weitschauende Projekte handelt, bei welchen zwar die Verbindung von Wasserkraft und Wärmekraft eine wesentliche Rolle spielt, welche aber hinsichtlich der Systemwahl des Gleichstromes geteilte Beurteilung erfahren; ist doch auch schon in französichen Fachkreisen gegen diese Wahl Stellung genommen worden und man hat sogar durchblicken lassen, daß andere als rein sachliche Interessen für diese Wahl der teuersten Versorgung eines Großbahnnetzes maßgebend gewesen seien. (W. 726.)

Wasserkraftanlagen.

Beziehungen zwischen Betrieb und Konstruktion von Wasserturbinen. Auf der 3. Wasserkraftkonferenz in Philadelphia 1925 legten Frank H. Rogers und Lewis F. Moody eine Studie über die Beziehungen zwischen Betrieb und Konstruktion der Wasserturbinen vor. Sie ist in drei Abschnitte eingeteilt, von denen der erste die wirtschaftlichen Gesichtspunkte bei der Wahl der Laufradtype und ihrer Schnelläufigkeit behandelt. Innerhalb der durch die im dritten Abschnitt ausführlich behandelten Korrosionsgefahr gezogenen Grenzen ist die Wahl der Drehzahl eine Frage der Rentabilität. Die allgemeine Tendenz beim Entwurf einer Wasserkraftanlage geht dahin, die größtmögliche, praktisch beherrschbare Drehzahl zu erreichen, um die Anschaffungskosten von Turbine und Generator möglichst klein zu halten. Die mit Rücksicht auf die Anschaffungskosten gewählte Drehzahl ist jedoch vom Betriebsstandpunkt nicht immer die wirtschaftlichste Lösung. Denn in vielen Anlagen läßt es sich nicht durchführen, die Turbinen dauernd im Wirkungsradoptimum laufen zu lassen; dadurch gewinnen die Wirkungsgrade bei Teillasten sofort an Bedeutung. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß mit wachsender Schnelläufigkeit die Leistungs-Wirkungsgradkurven steiler werden wie Abb. 1 zeigt, d. h. die Wirkungsgrade bei Teillasten schlechter werden. Wir wollen annehmen, daß bei einer Anlage eine spezifische Drehzahl von 233 mit Rücksicht auf die Korrosionsgefahr noch möglich ist, und daß die nächst niedrigere Drehzahl einem n_s von 154 entspricht. Die Laufradcharakteristiken seien in Abbildung 2 dargestellt, die Wassermengendauerlinie in Abbildung 3. Die Anlage habe drei Maschinen zu je 13 200 PS. Die Differenz im Anschaffungspreis zwischen den schneller laufenden Turbinen und den langsameren beträgt

Digitized by Google


EFFICIENCY IN PER CENT
HORSE POWER EFFICIENCY CURVES FOR RUNNERS OF DIFFERENT SPECIFIC SPEEDS
PER CENT OF RATED HORSE POWER

Wirkungsgrad in %

Leistung in % =

Abb. 1. Leistungs-Wirkungsgradkurven für Laufräder versch. spez. Drehzahl

70 000 Dollar, bei den Generatoren 35 000 Dollar und bei den Krafthauskosten 10 000 Dollar, insgesamt also 115 000 Dollar. Bei einer Verzinsung von 10% muß ein jährlicher Mehrerlös von 11 500 Dollar erzielt werden, wenn die Rentabilität in beiden Fällen die gleiche sein soll. Tatsächlich beträgt der Unterschied 3 220 000 PS-Stunde. Wenn die PS-Stunde mit ½ Cent bezahlt wird, bedeutet die Wahl der langsameren Maschine einen jährlichen Mehrerlös von 16 100 Dollar, also ein jährliches Mehr an Reineinkommen von 4600 Dollar.

Im zweiten Abschnitt wird die günstigste Lastverteilung auf mehrere Maschinen einer Anlage besprochen. Die Verfasser betrachten zunächst den einfachsten Fall, daß in einer Anlage zwei Maschinen stehen, deren Leistung (am Schaltbrett gemessen) über der Wassermenge nach Abbildung 4 aufgetragen ist. Sie bezeichnen mit den Indices a und b die beiden Maschinen, mit Q die Wassermenge und mit KW die Leistung; es ist also

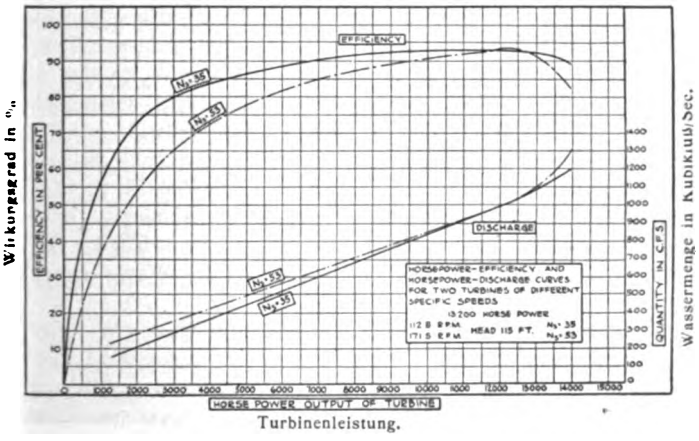
$$Q_t = Q_a + Q_b$$
$$KW_t = KW_a + KW_b$$

Die beste Verteilung der jeweils vorhandenen gesamten Wassermenge Q_t auf die beiden Maschinen ist diejenige, bei der KW_t die Gesamtleistung, ein Maximum wird. Die Bedingung dafür lautet:

$$\frac{dKW_t}{dQ_a} = 0$$

Sie kann auch geschrieben werden:

$$\frac{dKW_a}{dQ_a} + \frac{dKW_b}{dQ_a} = 0$$

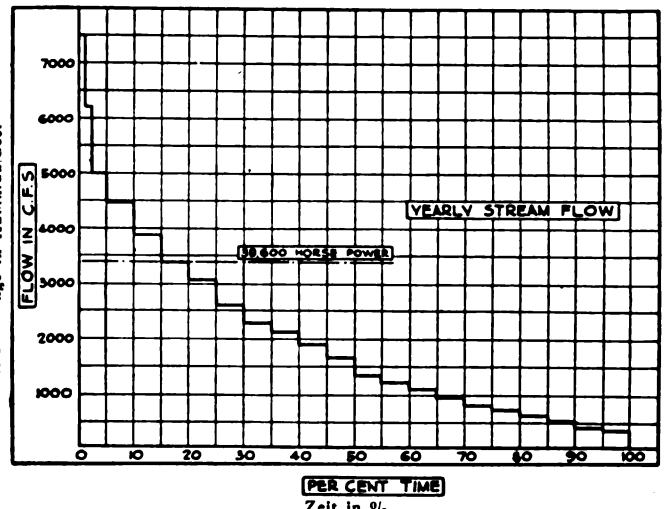

EFFICIENCY
DISCHARGE
HORSEPOWER-EFFICIENCY AND HORSEPOWER-DISCHARGE CURVES FOR TWO TURBINES OF DIFFERENT SPECIFIC SPEEDS
13200 HORSE POWER
112.8 R.P.M. HEAD 115 FT.
171.5 R.P.M.
HORSE POWER OUTPUT OF TURBINE

Wirkungsgrad in %

Wassermenge in Kubikfuß/Sec.

Turbinenleistung.

Abb. 2. Leistungs-Wirkungsgradkurven und Leistungs-Wassermengenkurven für 2 Turbinen von verschiedenen spez. Drehzahlen.
13200 PS Leistung 35 m Gefälle.
11,5 Umdrehungen pro Minute, $n_s = 154$
17,5 „ „ „ $n_s = 233$



Wassermenge in Kubikfuß/Sec.

Zeit in %

Abb. 3. Jahreswassermengendauerlinie.

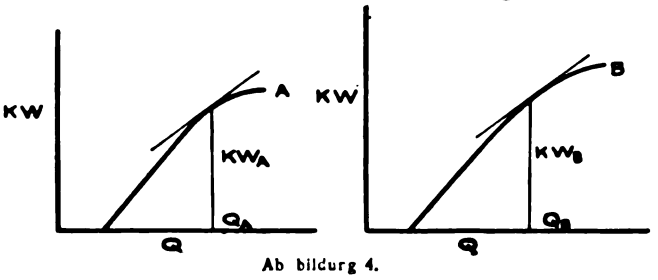
Um Q_t konstant zu halten, muß einem Anwachsen dQ_a eine Abnahme $-dQ_b$ entsprechen; dadurch erhält man

$$\frac{dKW_a}{dQ_a} - \frac{dKW_b}{dQ_b} = 0$$

Diese Gleichung sagt aus, daß zur Erreichung der größten Wirtschaftlichkeit die beiden Maschinen an Punkten betrieben werden müssen, wo ihre über der Wassermenge aufgetragenen Leistungskurven gleichgerichtete Tangenten haben oder, wo die ersten Differentialquotienten der Leistung nach der Wassermenge gleich groß sind. Der erste Differentialquotient ist aber auch im Falle eines Minimums gleich Null; es ist daher als weitere Bedingung das Verhalten der zweiten Ableitungen zu untersuchen. Ein Maximum tritt ein, wenn

$$\frac{d^2KW_a}{dQ_a^2} + \frac{d^2KW_b}{dQ_b^2} \leq 0$$

Gleiche Werte der ersten Differentialquotienten liefern sparsamsten Wasserverbrauch, wenn die algebraische Summe der zweiten Differentialquotienten der Leistung nach der Wassermenge negativ oder gleich Null sind. Die zweite Bedingung ist immer erfüllt, wenn die Leistungs-Wassermengenkurven nach oben konvex sind. Haben die Leistungs-Wassermengenkurven dagegen Wendetangenten — ein Fall, der jedoch ziemlich selten sein dürfte —, so muß dort, wo die Kurve des einen Aggregates nach unten konvex ist, die Kurve des anderen Aggregates stärker gekrümmt sein. Wenn mehr als zwei Maschinen in einer Anlage sind, ist zu unterscheiden, ob dieselben alle gleich oder verschiedener Größe und Konstruktion sind. Im ersten Falle erhält man die gleichmäßige Verteilung der Last auf alle im Betrieb befindlichen Maschinen als die günstigste, im zweiten Fall ist jedoch die obige Rechnung durchzuführen. Als bemerkenswert sei erwähnt, daß es vor allen Dingen dann, wenn eine Maschine als „Bereitschaft" leer mitlaufen soll, oder, wenn eine Maschine bei steigender Wassermenge in Betrieb



Ab bildung 4.

Digitized by Google

genommen werden soll, vielfach vorteilhafter ist, sie vom Netz aus bei geschlossenen Leitschaufeln in Gang zu halten oder zu setzen, indem der zugehörige Generator als Motor läuft, als soviel Wasser durch die Turbine zu schicken, daß gerade die Leerlaufarbeit von Turbine und Generator gedeckt wird. In Abbildung 5 tritt bei J_1 dieser Fall ein. Wirtschaftliche Vorteile für die Ausnützung der vorhandenen Wassermengen lassen sich auch durch Kombination mehrerer Schnelläufer mit einem Langsamläufer in einer Anlage erzielen.

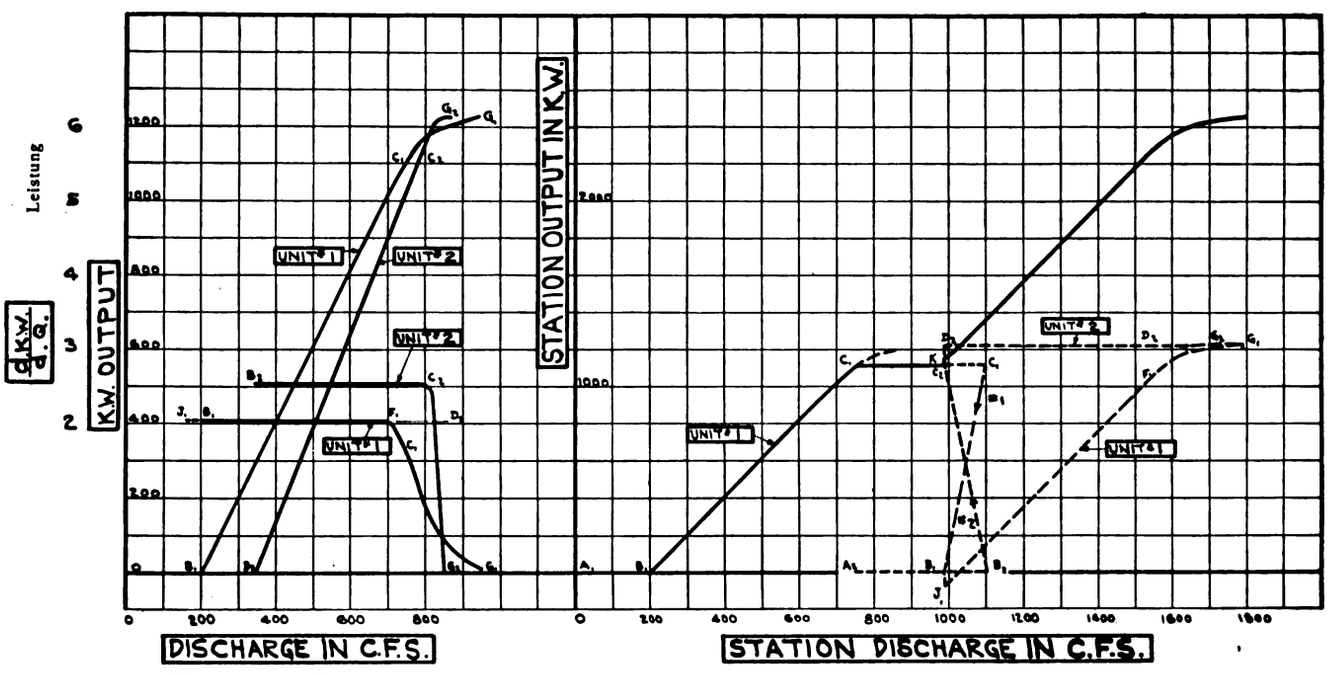
Der dritte Abschnitt ist der Frage der Anfressungen an den Laufrädern gewidmet. Hier ist zu sagen, daß durch den Beitrag von D. Thoma zum Wasserkraftjahrbuch 1925 „Die Kavitation bei Wasserturbinen", Seite 409, sowie seinen Beitrag zum Buch „Hydraulische Probleme" und ferner durch meinen Artikel „Kausalität und Statistik" in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1925, Seite 301, sowie meine Diskussionsbemerkung im Buch „Hydraulische Probleme" das amerikanische Erfahrungsmaterial so erschöpfend wiedergegeben und kritisch beleuchtet ist, daß Neues nicht hinzugefügt werden kann. Rogers und Moody stellen fest, daß durch die Gleichsetzung

$$\sigma = \eta_s \frac{c_2^2}{s_2 g H} + k_c$$

die Thoma'sche und ihre Auffassung zur Deckung gebracht werden können. (σ Thoma'scher Kavitationsbeiwert, η_s Saugrohrwirkungsgrad, c_2 mittlere Austrittsgeschwindigkeit aus dem Laufrad, g Erdbeschleunigung, H Gefälle und k_c Koeffizient des „lokalen" Unterdruckes.) k_c kann vielleicht noch einmal gespalten werden: Wenn die Geschwindigkeitsverteilung über den Austrittsquerschnitt nicht gleichmäßig ist, so ist die größte, an irgendeinem Punkt r auftretende Geschwindigkeit c_{2r} durch einen Proportionalitätsfaktor β zu der den Moody'schen Rechnungen zugrundegelegten mittleren Geschwindigkeit zu setzen, also etwa $\frac{(\beta c_2)^2}{2gH}$ zu schreiben. Ferner muß berücksichtigt werden, daß die Druckverteilung längs einer Flutbahn so beschaffen ist, daß besonders bei größeren Schaufelabständen auf der Saugseite der Schaufeln eine Unterschreitung des am Schaufelaustritt herrschenden Druckes möglich ist (vgl. Fragen der neueren Turbinentheorie, ZdVdI. 1925 Seite 782). Setzt man den tiefsten Druck auf der Saugseite p_{min} durch einen Proportionalitätsfaktor φ ins Verhältnis zu der am Schaufelaustritt in derselben Flutbahn vorhandenen relativen Geschwindigkeitshöhe $\frac{w_2^2}{2gH}$, so erhält man dafür $p_{min} = \varphi \frac{w_2^2}{2gH}$ und schließlich

$$k_c = \frac{(\beta c_2)^2}{2gH} + \varphi \frac{w_2^2}{2gH}$$

Bei Langsam- und Normalläufern kann $\varphi = 0$ gesetzt werden.



Wassermenge in Kubik-Fuß/Sec. Wasserverbrauch der Anlage in Kubik-Fuß/Sec.

Diese Darstellung hat den Vorteil, daß β experimentell (Thoma, Ellon) oder in einfachen Fällen wie bei der reinen Achsialturbine rechnerisch bestimmt werden kann, wie ich in „Hauptströmung und Ringwirbel" (Hydraulische Probleme, VdI-Verlag 1926) gezeigt habe, und φ aus allgemeinen Versuchen über Druckverteilung an den Flügeln eines „Gitters", wie solche im Göttinger Windkanal bereits gemacht, aber noch nicht veröffentlicht sind, gewonnen werden kann. Auch die φ-Werte sind in einfachen Fällen einer rechnerischen Behandlung zugänglich (König, Potentialströmung im Gitter, ZaMM 1922, S. 428, Spannhake, Anwendung der konformen Abbildung auf die Berechnung der Strömung in Kreiselrädern, ZaMM 1925, S. 482). β und φ sind vom Betriebszustand der Turbine abhängig. Dementsprechend hat Thoma eine Aenderung von σ und Rogers und Moody eine Aenderung von k_c bei Wechsel der Wassermenge und Drehzahl festgestellt.

Die Verfasser erwähnen am Schluß die Mitarbeit von W. Kelly und S. L. Kerr, ein Verfahren, das auch in Deutschland Einführung finden möge! Wenn noch ein Wunsch ausgesprochen werden darf, so ist es der, daß die deutschen Revisionsvereine sich an eine Statistik ähnlich der Davis'schen machen mögen. (W. 744.)

Schilhansl.

Digitized by Google

Der Bau der Schwarzenbachtalsperre für das Badenwerk wurde von Dipl.-Ing. v. Rössing der Siemens-Bau-Union in einem Vortrag gelegentlich der Hauptversammlung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes in Berlin eingehend beschrieben. In wenigen Wochen ist der zweite Ausbau des Badenwerkes (Schwarzenbachsperre von 65 m Höhe, Kronenlänge 380 m, 290 000 m³ Inhalt; 1800 m langer Druckstollen ins Forbacher Tal; Druckrohrleitung) beendet. Die beim Bau gemachten Erfahrungen können daher nunmehr im Zusammenhang mitgeteilt werden. Während der am Schluß vorgeführte, mustergültig bearbeitete Film gegenüber früheren Teildarbietungen viele neue Aufnahmen zeigte und sich als „technischer Lehrfilm" weit über die Bedürfnisse der Unternehmerfirma (als „lebendes Bautagebuch") hinaus wertvoll erwies, deckte sich der Vortrag größtenteils mit den Ausführungen von Dr.-Ing. Enzweiler auf der Tagung des Beton-Vereins vom Februar 1925. Da diese im „Bauingenieur" 1925, Heft 11, gedruckt vorliegen, seien nachstehend nur einige besonders erwähnenswerte Punkte ohne näheren Zusammenhang hervorgehoben. Die Mauer, ursprünglich in Bruchstein mit vier Jahren Bauzeit projektiert (250 Maurer gleichzeitig erforderlich), ist auf Vorschlag der S.B.U. in Gußbeton mit im Mittel 20% Felsblockeinlagerungen (spezifisches Gewicht 2,25) in rund 2½ Jahren fertiggestellt worden. Beachtenswert sind die zugelassenen Spannungen (14,4 Kantenpressung und sogar 14,7 kg/cm² Schubspannung). Das Mischungsverhältnis wechselt entsprechend den auftretenden Beanspruchungen von unten nach oben und mußte dauernd nachgeprüft werden, zumal die Korngröße der Zuschlagstoffe mit der allmählichen Abnutzung der Backen der Brechmaschinen im Laufe der Zeit sich änderte. Bei 20% Felseinlagerungen betrug der Lohnanteil hierfür 29,5%, so daß der Wirtschaftlichkeit von Felsblockeinlagen zahlenmäßig angebbare Grenzen gesetzt sind. An Facharbeitern wurden nur 35% beschäftigt (bei Bruchsteinausführung wären es zwei Drittel gewesen), von denen ein großer Teil auf die Werkstätten entfiel. Man gewann den Eindruck, daß für die vorliegenden Verhältnisse und erzielten Leistungen vor allem die besonders großzügige, in der Inflationszeit erstellte maschinelle Baustelleneinrichtung (die „Buma", die „Brewa", Kabelkrane, Turmdrehkrane, Transportbahnen usw.) verantwortlich zu machen sind; das ist bei späteren Bauten, die in dem vorliegenden Bau ein Vergleichsobjekt sehen wollen, wohl zu beachten. Die im unteren Teil der Mauer ganz besonders reichlich ausgebildete Dichtungsschicht ist in den höheren Teilen einfacher gestaltet worden. Bei den Sprengungen im Stollen wurde weitgehend von flüssiger Luft Gebrauch gemacht, worüber der Vortragende bereits an anderer Stelle ausführlichere Mitteilungen gemacht hat. — Zu den Bauerfahrungen müssen nun noch die Betriebserfahrungen hinzukommen, um über die neue Bauweise, die auf dieser interessanten Großbaustelle des größten Hochdruckwerkes Deutschlands (360 m) erstmalig angewendet wurde, abschließend urteilen zu können. (W. 753.) Regierungsbaumeister Eisner.

Kurze Nachrichten.

Neues Speicherwerk in Westfalen. Der Ruhrtalsperrenverein beabsichtigt in Gemeinschaft mit dem kommunalen Elektrizitätswerk „Mark" an der Listertalsperre eine Wasserkraftspeicheranlage zu errichten. Dieselbe soll dem Ausgleich der Spitzenbelastung der Kraftwerke in Herdecke und Elverlingsen dienen.

Neues Talsperrenprojekt im Rheinland. Die Aggertalsperrengenossenschaft in Vollmershausen plant den Bau einer Talsperre im oberen Aggergebiet bei Dümmlinghausen unter Einbeziehung der Rengse und Genkel.

Kraftwerk am Rjukan in Norwegen. Das große norwegische Kraftwerk am Rjukan, das sich seit über zwei Jahren im Umbau befand, ist nun mit Beginn dieses Jahres in vergrößerter Form in Betrieb genommen worden. Die Vergrößerung der Stauanlagen hat eine Erhöhung der jährlichen Stromerzeugung am Rjukan auf über zwei Milliarden kWh zur Folge.

Wasserkraftwerk im Wolgagebiet. An dem Flusse Sisrani, einem Nebenfluß der Wolga, soll in diesem Frühjahr mit dem Bau des ersten Wasserkraftwerkes im Wolgagebiet begonnen werden. Es sollen nach russischen Angaben dort etwa 2500 PS zur Verfügung stehen. Die Baukosten sind mit 600 000 Rubel veranschlagt. (W. 766).

Literatur

Zeitschriftenschau.

Elektrotechnik. Die großen Freiluft-Umformer- und Schaltanlagen. Von R. Malo. Le Génie Civil, Nr. 10 v. 5. 9. 25, Seite 201—207 mit 14 Abbildungen. — (Beschreibung der beim Entwurf großer Freiluftanlagen zu beachtenden Haupterfordernisse. Das Problem kann technisch als gelöst gelten, da mit im Betrieb befindlichen französischen und amerikanischen Anlagen die besten Erfahrungen gemacht wurden.)

— Einige kurze Betrachtungen über neuzeitliche Schaltanlagen. Von Brian. — B. B. C.-Mitteilungen 1925, Heft 10, Seite 209—213 mit 5 Abbildungen. — (Allgemeine Gesichtspunkte bezüglich Uebersichtlichkeit und Kurzschluß-Sicherheit, Spannungsregelung und Ueberstromschutz, Ueberspannungs-Schutz; Anordnung der Zellen-, Freiluft- und Hallen-Schaltanlagen; Bedienungsschaltanlagen.)

— Das cos φ-Problem beim Zusammenschluß mehrerer Kraftwerke. Von Ing. Kristen. — (Bulletin des Schweiz. elektrot. Ver. 1925, Heft 10, Seite 535—546 mit 12 Abbildungen. — (Beeinflussungsmöglichkeiten des cos φ in Kupplungsleitungen; selbsttät. cos φ-Regler von Oerlikon.)

— Gefahrenmeldeanlage des Spullerseewerkes. Von Leopoldsberger. — Siemens-Zeitschrift 1925, Heft 10, Seite 429—431 mit 2 Abbildungen. — (Schema und Beschreibung der Gefahrmeldeanlage für die Transformatoren, Kühlwasserleitungen, Erdschlußprüfung und Störungsmeldung innerhalb der Meldeanlage.)

Wasserbau. Talsperren im Auslande. Von Prof. Mattern. — Z. d. V. d. J., 1925, Heft 8, Seite 1501—1506, mit 14 Abbildungen. — (Darstellung des ausländischen Talsperrenbaues: aufgelöste Bauweise in Italien, Amerika u. a. Ländern; Gewölbemauern, Gewichtsmauern (bes. Schweiz, Frankreich, Amerika. Folgerungen hinsichtlich System und Einzelheiten).

— Gallerie in pressione con rivestimenti, Tensioni per azioni termiche. (Ausgekleidete Druckstollen, Dehnungen durch Wärmeeinflüsse). Von Ing. Puppini. — L'energia elettrica, 1925, Bd. III, Heft 1, Seite 1—7. — (Rechnerische Verfolgung des Dehnungsproblems und Folgerungen). —

Digitized by Google

— Modellversuche über Strömungserscheinungen in Buhnenfeldern. Von Min.-Rat Ing. Ehrenberger. — Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver., 1925, Heft 47/48, Seite 411—414, mit 12 Abbildungen. — (Untersuchungen der Strömung an hochwasserfreien Buhnen, an Sohlschwellen mit anschließenden hochwasserfreien Buhnen und an selbständigen Buhnen im Versuchsgerinne von 70×30 cm bei 4½ m Länge. Folgerungen für Längen und Entfernungen der Buhnen, Unterdrückung der Querströmungen: Längswerke).

— Kettenwehr, Kettennadelwehr und selbstöffnendes Kettennadelwehr. Ein Vorschlag neuer Stauwehrformen. Von Ing. Herz. — Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1925, Heft 47/48, Seite 418—422, mit 10 Abb. — (Allgemeines über regelnde Stauwerke; statische Berechnung einer Nadelkette, zurückgeführt auf ein dünnwandiges Gefäß unter innerem Ueberdruck; Rechnungsbeispiel für ein selbstöffnendes Kettennadelwehr mit 20 m Spannweite und 0,5 m Ueberstau).

— Das wasserbauliche Versuchswesen und die wasserbaulichen Versuchsanstalten in Deutschland. Von Oberreg.- und Baurat Dr.-Ing. c. h. Krey. — Die Bautechnik, 1925, Heft 49, Seite 691—694. — (Entwicklung des wasserbaulichen Versuchswesens, von Deutschland ausgehend. Die deutschen Versuchsanstalten: Dresden, Darmstadt, Karlsruhe, Braunschweig, Berlin, Danzig, Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin. Doppelzweck für Unterricht und Forschung einerseits, Verbindung von Theorie und Wirklichkeit anderseits neben dem dritten Zweck der Erprobung und Verbesserung von Bauobjekten. Kosten der Versuche und deren Deckung, finanzieller Nutzen von Versuchen. Zuverlässigkeit mit und ohne Einfluß der hydraulischen Reibung: Schwerkraft-Aehnlichkeit und Reibungswert).

— Bruch einer Staumauer in Wales infolge Unterspülung. Engineering News Record Vol. 96 Nr. 1 vom 7. 1. 26, S. 12/13 mit 5 Abb. — (Bericht über den am 2. 11. 25 erfolgten Bruch der Staumauer des Eigian-Sees. Ursachen nach dem Bericht der Untersuchungskommission. Die maximal 6 m, an der Bruchstelle nur 4,5 m hohe Beton-Schwergewichtsmauer war in eine von Torf überlagerte Klaischicht nur 45 cm (!) eingebunden. Minderwertigkeit des Betons. Das zu Tal strömende Wasser brachte einen zweiten weiter unterhalb gelegenen Erdstaudamm mit Betonkern durch Ueberlaufen zum völligen Einsturz).

— Die Wilson-Staumauer im Tennessee-Fluß und die Wasserkraft der Muscle Shoals (Ver. Staaten). Von P. C. Le Génie Civil Nr. 19 vom 7. Nov. 1925, S. 389/94, mit 17 Abb. (Ueberblick über die Hauptdaten, die Bauausführung und Maschinenausrüstung der genannten Anlage für 6000 000 PS).

— Ist die Zahnschwelle zur Kolkminderung bei Wehren überall mit Erfolg anwendbar? Diskussion Roth-Rehbock. — Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 87, H. 7, S. 85—88. — (Roth glaubt, daß ein glatter Anschluß der Wehrschwelle am gesunden Fels ohne Störung der Strömung bereits Kolkbildung verhindert. Rehbock sieht den Erfolg der Zahnschwelle als erwiesen an, bei hochliegenden Sturzbetten gibt es kein sicheres Mittel). —

— Note sur le calcul des brides des tuyaux en tôle. (Zur Berechnung von Flanschverbindungen). Von Ing. Du Bois. — Bull. techn. de la Suisse Rom., 1926, H. 3, S. 26—30, mit 6 Abb. — (Kritik der bisherigen Berechnungsweise nach Bach und Wiederkehr; Berechnung der losen Flanschen und aufgewalzten Flanschen. Beanspruchung der Schrauben durch die Formänderung der Flanschen). —

— Erhöhung der Sicherheit von Talsperrenmauern. Von Scarzella, Il Cemento armato vom Dezember 1925, S. 135—136, mit 2 Zeichn. (Einlegen von Stahlkabeln mit Verankerung in Felsen, wagerecht in der Mauer, anderseits als Rückhalt für diese schräg abwärts im wasserseitigen Mauerfuß, so daß sie den ganzen Wasserdruck allein aufnehmen können). —

Wasserstraßen. Der Reichswasserstraßenbeirat. Liste der nach Art. 98 der Reichsverfassung gewählten Vertreter der Bezirkswasserstraßenbeiräte (54) und der vom Reichsverkehrsminister berufenen Vertreter (12). — Zeitschr. für Binnenschiffahrt 1926, H. 1, S. 23—25. —

— Die Tätigkeit der Reichswasserstraßenverwaltung in den 4 Jahren vom 1. April 1921 bis 31. März 1925. IV. Elbegebiet. — Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1926, H. 1, S. 18—22, mit 1 Karte. — (Bauliche Maßnahmen, Tarifpolitik und Verkehr). — V. Weser- und Emsgebiet. VI. Rheingebiet. Zeitschr. f. Binnenschiffahrt 1926, H. 2, S. 55—65, mit 2 Karten. — (Behörden, Unterhaltungsarbeiten, Ausbau der Wasserstraßen, Tarifpolitik, Verkehrsstatistik auf dem Rhein.

Eingegangene Bücher.

Schaltzeichen und Schaltbilder, DIN.-Taschenbuch 2, herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker und Normenausschuß der deutschen Industrie. 60 Seiten und eine farbige Kennfarbentafel. Berlin 1926, Beuth-Verlag, G. m. b. H., Preis RM. 1.50.

Die Kolbenpumpen einschließlich der Flügel- und Rotationspumpen, herausgegeben von H. Berg †, Professor a. D. der Technischen Hochschule Stuttgart; 3. verbesserte Auflage, 442 Seiten mit 556 Textabbildungen und 12 Tafeln. Berlin 1926, Verlag Julius Springer, Preis geb. RM. 27.90.

Buchbesprechungen

Die hydrographischen Grundlagen für die Planung von Wasserkraftwerken in Süddeutschland. Von Dr.-Ing. Rudolf Drenkhahn. 42 Seiten mit 7 Abbildungen, 26 Tafeln, einer Regenkarte und 11 Zahlentafeln. Berlin 1926. VDI-Verlag.

Der Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, für Südwestdeutschland die Ergebnisse der den Durchschnitt von Mitteleuropa umfassenden Kellerschen Niederschlags- und Abflußbeziehungen zu untersuchen und richtigzustellen. Eine allgemeine Lösung der Aufgabe mit einer für alle topographischen Verhältnisse gültigen Beziehungen ist uns heute wenigstens nicht möglich. Die Gewässerkunde muß sich ebenso wie zum Teil auch die Aufgaben des Wasserbaues auf Einzelgebiete ziemlich gleichartigen Charakters beschränken. Aus einer großen Reihe von Niederschlagsmessungen südwestdeutscher Stationen, welche hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit kritisch ausgewählt sind, sind die Einzugsgebiete von 27 Flußgebieten eingehend untersucht und Beziehungen zwischen Niederschläge, Verdunstung und Abfluß aufgestellt. Der zweite Teil der Arbeit ist dem Abflußvorgang nach seiner zeitlichen Gestaltung im betrachteten Gebiet gewidmet, um Anhaltspunkte für die wirtschaftliche Bemessung von Wasserkraftanlagen auf Grund der Dauerlinien zu erhalten. Die Schrift muß als dankenswerte Vertiefung und Erweiterung

Digitized by Google

unserer Verhältnisse über den Haushalt größerer Gebiete aufgefaßt werden. (W. 754.) Ing. C. Reindl.

Die Wasserturbinen von Dipl.-Ing. P. Holl, neubearbeitet von Dipl.-Ing. E. Treiber. Band I: Allgemeines; Die Freistrahlturbinen (Wesen der Wasserkraft, Grundlegendes über die Arbeitsweise der Turbinen, die Freistrahlturbinen und Regelungseinrichtungen, Anwendung der Freistrahlturbinen). 124 S. mit 86 Abbildungen.

Band II: Die Ueberdruckturbinen (Grundlagen der Theorie und Praxis, Elemente der Schaufelung und Schaufelkonstruktion für Francis-Turbinen, Regelung, Verhalten der Francis-Turbinen; die Flügelradturbinen; Einbau der Turbinen; Die Regulierung). 127 Seiten mit 75 Abbildungen.

Berlin 1926, Sammlung Göschen Nr. 541 und 542, Walter de Gruyter & Co., Preis je Band RM. 1,50.

Die beiden Bändchen bieten demjenigen, der sich mit der Verwendung der Turbinen im allgemeinen zu befassen hat, ohne daß er auf die Einzelheiten konstruktiv eingehen muß, vorzügliche Anhaltspunkte in einer wohltuend fachmännischen, dabei aber noch leichtverständlichen Weise. Die elementare Behandlung der hydrodynamischen Grundlagen sorgt auch für ein Verständnis der Wirkungsweise und der Eigenschaften der Turbinen. (W. 755) Ing. C. Reindl.

Vereinigung der Elektrizitätswerke, Bericht über die 33. Hauptversammlung am 16. bis 20. Juni 1925 in München. Sonderheft der Vereinigung der Elektrizitätswerke, 91 S. mit 112 Abbildungen. Preis RM. 10.—.

Das wertvolle und reiche Verhandlungsmaterial der Vereinigung der Elektrizitätswerke bietet weit über die Kreise der Elektrotechniker hinaus Interessantes in seinen Zusammenhängen mit der Kraftwirtschaft im allgemeinen. Es muß genügen, nur kurz über den Inhalt der Vorträge aus den einzelnen Fachgebieten zu berichten.

Dr. Passavant verbreitet sich über die Gegenwartsaufgaben der Elektrizitätswirtschaft mit ihrer Herabsetzung des Wärmeverbrauches in Wärmekraftanlagen, wodurch die Erzeugungskosten immer mehr hinter den Kapitaldienst zurücktreten, und über das Problem der Wärmeerzeugung und Abwärmeverwendung. Das Gebiet der Großdieselmaschinen mit ihrer hohen Bedeutung zur Bewältigung von Spitzenleistungen behandelt Prof. Dr. Nägel nach den grundlegenden konstruktiven Gesichtspunkten hin, während Matthias ihren Wert vom Standpunkt des Betriebsleiters aus schildert. Um auf dem Gebiet der Kraftmaschinen zu bleiben, muß der Vortrag von Professor Dr. D. Thoma über Fortschritte des Wasserturbinenbaues erwähnt werden, der gedrängt und übersichtlich das gegenwärtig Erreichte darstellt und mit amerikanischen Großkraftanlagen in Vergleich setzt. Er verbreitet sich dabei auch über die Ersparnis an Bedienung durch einmännige und selbsttätige Anlagen. Den Elektroingenieur interessieren die Ausführungen von Professor Dr. Zenneck über Schwingungskreise mit Eisendrosseln, ein Vortrag von Dr. Pohl über die Betriebssicherheit von Turbo-Generatoren, ferner berichtet Bürklin über den Sicherheitsgrad von Freileitungen mit Rücksicht auf ihre Betriebssicherheit und Dr.-Ing. Sarfert über den Sicherheitsgrad von Schaltanlagen und ihrer Teile, woran sich eine rege Aussprache schloß. (W. 772) Ing. C. Reindl.

Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. für das Jahr 1923 und für das Jahr 1924. 1084 Seiten. Dortmund 1925, zu beziehen durch die Geschäftsstelle der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin SW 48, Wilhelmstraße 37; Preis RM. 75.—.

Der stattliche Doppelband umfaßt für jedes der beiden Jahre in einer außerordentlich eingehenden und nach Vorliegen weiterer Jahrgänge für eine zweckmäßige statistische Auswertung grundlegenden Weise die Angaben über (1924) 546 dem Verband angehörige Deutsche Elektrizitätswerke, sowie 176 in den abgetrennten Gebieten und im Ausland befindliche Werke. Der Hauptteil der Statistik trennt sich in einen Abschnitt mit den allgemeinen technischen Angaben, einen Abschnitt mit genauer Nachweisung der Betriebsmittel jedes Werkes nach Art und Leistung, ein drittes Verzeichnis über Versorgungsgebiet, Anschlußwert, Erzeugung, Bezug und Abgabe. Wertvoll ist der 4. Abschnitt mit den Ergebnissen der Auswertung hinsichtlich Benutzungsdauer, Höchstleistung, Verluste, Trennung der Benutzungsdauer der verschiedenen Abnehmergruppen und spezifische Verbrauchszahlen. Vom energiewirtschaftlichen Standpunkt aus ist besonders der 2. und 3. Abschnitt außerordentlich wichtig, in welchem auch über die Wasserkraftwerke und deren Speicherung die Daten vorgetragen sind. Zu begrüßen wäre nur noch für energiestatistische Zwecke eine Erweiterung nach der Jahreserzeugung der einzelnen Betriebsmittel hin. Zur Erfassung energiewirtschaftlicher Zusammenhänge bieten im allgemeinen die Statistiken der Schweiz, Italiens und Schwedens noch weit bessere Unterlagen als unsere deutschen Statistiken. Es sei nur auf die in dieser Zeitschrift schon mehrfach berichtsweise angeführten Zusammenstellungen Italiens und der Schweiz verwiesen.

Wenn erst die Statistik in dem vorliegendem Ausbau mehrere Jahre hindurch erschienen ist und die Auswertung eine Beurteilung der Verschiebungen zwischen den Energiequellen und die Zunahme der Erzeugung gestattet, wird die Riesenarbeit, welcher sich die Vereinigung der Elektrizitätswerke trotz der schweren Zeiten unterzogen hat, zur Auswirkung kommen. Es muß der Vereinigung gedankt werden, daß sie zu einer Zeit, wo alle vermeintliche unproduktive, (d. h. privatwirtschaftlich nicht augenblicklich ertragreiche) Arbeit von den meisten Kreisen abgelehnt wird, eine so grundlegende Bearbeitung unternommen hat. Weitere Jahrgänge werden dann vielleicht auch kritische Auswertungen der Statistiken und ihrer Zusammenhänge geben. (W. 756.) Ing. C. Reindl.

Elektrisierung der Oesterreichischen Bundesbahnen. Die Arlbergbahn. 60 Seiten mit 70 Abbildungen und acht Plantafeln und einer Abbildungstafel. Im Selbstverlag der Oesterreichischen Siemens-Schuckertwerke, Wien 1925.

Zusammenfassend berichtet die vorliegende, sehr gut ausgestattete Denkschrift über die Arbeiten der Siemens-Schuckertwerke gelegentlich der Einführung des elektrischen Betriebes auf der Arlbergbahn und kürzer auch auf der Salzkammergutbahn. An eine Beschreibung des Spullerseewerkes hauptsächlich nach der elektrotechnischen Seite hin mit instruktiven Abbildungen[1]) schließt sich eine Schilderung der Fahrleitungsanlagen, Stationsausrüstungen und der Arlbergpaßleitung[2]) an.

Vom Kraftwerk sowie von den weiter beschriebenen bisher gelieferten Lokomotiven sind eingehende Planzeichnungen in den Tafeln veröffentlicht, darunter auch die 1—A₄—1 Schnell-

[1]) Ueber die Turbinen des Spullerseewerkes werden wir im nächsten Heft noch ausführlich berichten.
[2]) Vgl. diese Zeitschrift, 1923, H. 23/24.

Digitized by Google

zugslokomotive mit vier Vertikalmotoren und Kegelradgetrieben. Von der Salzkammergutbahn wird die Erweiterung des Kraftwerkes Steeg und die Fahrleitungsanlagen kurz geschildert. Die Schrift bietet einen wertvollen Beitrag auf dem Gebiet der Wasserkraftnutzung zum Bahnbetrieb.

(W. 738) Ing. C. Reindl.

Die Elektrisierung der Oesterreichischen Bundesbahnen, Rückblick und Ausblick. Von Ing. P. Dittes, Direktor für die Elektrisierung in der Generaldirektion der Oesterreichischen Bundesbahnen. Sonderheft (Heft 20) der „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien.

Wie alljährlich widmet auch dieses Jahr der Verfasser der bisherigen Arbeiten und dem noch in Arbeit Befindlichen und Geplanten eine klare und an technischen Einzelheiten reiche Darstellung. Bisher werden außer den schon älteren Strecken der Mittenwaldbahn 243 km (Innsbruck-Bludenz und Steinach-Irdning-Attnang-Puchheim) elektrisch betrieben, wozu 77 km Reststrecke der Arlbergbahn im Bau bzw. in Vorbereitung und weitere 303 km (Salzburg-Wörgl, Kufstein-Wörgl-Innsbruck-Brenner) für die nächste Zeit vorgesehen sind.

Es ist bemerkenswert, daß das Finanzkomitee des Völkerbundes die Elektrisierung wesentlich unterstützt. Deren Arbeiten bieten mit allen ihren Nebenarbeiten in den einschlägigen Fabriken, für das Baugewerbe usw. eine produktive Notstandsbeschäftigung für 20 000 bis 30 000 Arbeiter im wohltuendem Gegensatz zu unproduktiven Arbeitslosenunterstützungen ohne Schaffung von Gegenwerten.

Der ausführliche Bericht von 27 Seiten mit 39 Abbildungen beschreibt das Spullerseewerk und die in Vollendung befindlichen Staumauern, die Fahrleitungsanlagen und Fahrbetriebsmittel, worunter auch Phasenumformerlokomotiven und eine Versuchsausführung (Bauart E) einer Einphasen-Gleichstromumformer-Lokomotive mit Regelung der Gleichstromspannung durch Bürstenverstellung bei einer Stundenleistung von 1800 PS, sowie die Verschiebelokomotiven (Bauart D) mit 720 PS Stundenleistung bemerkenswert sind. Weiter werden die geplanten und in der obersten Stufe in Angriff genommenen Wasserkraftwerke im Stubachtal beschrieben. Besonders zu erwähnen ist, daß auch die aufgetretenen Mängel und ungünstigen Erfahrungen mit Offenheit vermerkt werden. Das Zusammenarbeiten der Wasserkraftwerke für Grundbelastung und Spitzendeckung hat beste Erfahrungen gezeitigt, ebenso ist die 55-kV-Leistung über das schwierige Terrain des Arlberges in über 2000 m Höhe in fast einjährigem Betrieb störungslos geblieben; für die Arlbergstrecke ist die Erfordernis an Lokomotiven um 56 %, an Lokomotivmannschaften um 21 % geringer als beim Dampfbetrieb. Dienstplanmäßig war auf der Arlbergstrecke die Leistung einer Elektrolokomotive im Personen- und Schnellzugsdienst monatlich 7200 km (bei Dampf 4200 km), im Güterzugsdienst 5000 km (bei Dampf 2500 km). (W. 773). Rdl.

Einflüsse auf Beton, die chemischen, mechanischen und sonstigen Einflüsse von Luft, Wässern, Säuren, Laugen, Oelen, Dämpfen, Erden, Lagergütern und dgl. auf Zement, Mörtel, Beton und Eisenbeton, sowie die Maßnahmen zur Verringerung und Verhütung dieser Einflüsse. Ein Auskunftsbuch für die Praxis. Unter Mitarbeit von Dr. F. Hundeshagen, Stuttgart und Prof. Otto Graf, Stuttgart. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel, Darmstadt. Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin. 1925. 460 Seiten, 124 Textabbildungen. Preis geh. 19,50 M.

Wenn nach knapp einem Jahr seit Erscheinen der ersten Auflage bereits eine bedeutend erweiterte Neuauflage sich als notwendig erwies, so ist dies ein Zeichen, daß das Werk bei allen Interessierten große Beachtung gefunden hat. Auf rund 460 Seiten sind nach alphabetisch geordneten Stichworten zahlreiche Abschnitte aus dem großen Gebiet der für Beton- und Eisenbetonarbeiten in Betracht kommenden, so zahlreichen und verschiedenartig gestalteten, mechanischen und chemischen Einwirkungen behandelt. Es ist auch diesmal die gemeinverständliche Natur des Buches beibehalten worden, um den Text nicht mit chemischen Formeln zu belasten. Im übrigen gilt für die vorliegende Auflage das gleiche, wie das bei der Besprechung der ersten Auflage (Hg. 1924, S. 321) bereits Gesagte. Jeder Bauingenieur wird in dem Werke einen brauchbaren und verläßlichen Helfer finden. (W. 770). Kra.

Vereine — Versammlungen.

Der Reichsbund Deutscher Technik hält seine 11. Bundestagung vom 24. bis 27. Juni 1926 in Dresden ab. Am Donnerstag, den 24. Juni findet nach zwanglosem Besuch der Gartenbau-Ausstellung die Begrüßung der Teilnehmer im Ausstellungspalaste statt. Freitag und Sonnabend sind für die Bundessitzung und die Tagung der Ausschüsse vorgesehen. Am Freitag schließt sich an die in der Aula der Technischen Hochschule gehaltenen Vorträge ein Festabend an. Für die sitzungsfreien Teilnehmer, sowie für die Damen bieten sachkundige Führungen durch die staatlichen Sammlungen, durch einige industrielle Werke sowie der Besuch der äußerst schenswerten Gartenbauausstellung vielseitige Abwechselung. Den Abschluß der Tagung bildet eine gemeinsame Dampferfahrt nach der Sächsischen Schweiz. Alle Angehörigen der dem R.D.T. angeschlossenen Verbände werden auch an dieser Stelle zu möglichst reger Beteiligung an der Tagung aufgefordert. Teilnehmeranmeldung wird möglichst bis 10. Juni erbeten an: Herrn Stadtbaumeister Hermann Hertwig, Dresden A 16, Arnoldstr. 17.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 20. 7. 1926.

27c, 12. T. 29 359. Gustav Tretrop-Chemnitz, Helenenstr. 25. Ventilatorlaufrad. 3. 10. 24.

27c, 16. S. 68 944. Société Anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, France, Frankr.; Umlaufende Vorrichtung zum Ansaugen und Verdichten von Gasen durch unter Fliehkraft gesetzte in kolbenartig wirkende Stücke zerteilte Flüssigkeitsstrahlen. 18. 2. 25. Frankreich 19. 2. 24.

59b, 2. H. 101 439. Robert Hentschel, Dortmund-Wampel, Torplatz 48. Ansaugvorrichtung. 11. 4. 25.

84a, 3. M. 87 208. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G., Nürnberg. Schützenwehr. j 20. 11. 24.

88a, 10. E. 30 498. Julius Engelsmann, Ludwigshafen a. Rh., Frankenthaler Str. 135. Wasserrad mit Bechern an endloser Kette. 20. 3. 24.

Digitized by Google

I. Baseler Ausstellungs-Heft.

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 13 | München, 1. Juli 1926 | 21. Jahrgang

Wasserwirtschaft und Wassertechnik auf der internat. Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926.

Von Dr.-Ing. Dr. techn. e. h. Adolf Ludin, Charlottenburg.

Die Technik ist die kunstreiche, kraftvolle Dienerin der Wirtschaft. Wo immer große technische Werke geschaffen wurden, da geschah es von jeher — mit zahlenmäßig fast verschwindenden Ausnahmen —, weil es die Wirtschaft verlangte. So wird intensive Entwicklung der Wirtschaft dem Techniker zum mächtigen Stachel, seine Kunst und ihre Leistungen aufs höchste zu vervollkommnen, neue Lösungen für neue Aufgaben zu finden, leistungsfähigere an Stelle der bekannten Methoden und Hilfsmittel zur Bewältigung alter Aufgaben anzugeben. Aber, einmal in Schwung gesetzt, findet ihre Technik und die ihr als die Grundlage eng benachbarte Naturwissenschaft bei Erschließung der neuen, von der Wirtschaft geforderten Wege auch wohl gelegentlich ungeahnte neue Ausblicke und Möglichkeiten und wird dadurch Wegweiserin und Führerin der Wirtschaft in unerschlossene Gebiete.

Dabei ist es eine nicht zu verkennende Eigenart der Geschichte der menschlichen Zivilisation, daß die Entwicklung in höchster und besonders auffälliger Intensität gleichzeitig meist nur in einem begrenzten Bereich des technischen Schaffens vor sich geht. Man kann geradezu sagen, daß der Entwicklung in Hinsicht der Intensität für jedes Menschenalter oder Jahrzehnt ein ganz bestimmter Abschnitt aus dem weiten Gebiete der Technik und der Gesamtwirtschaft vorzugsweise charakteristisch sei. So beherrschte in vorchristlichen Zeiten die der Landwirtschaft dienende Technik der Bewässerung jahrhundertelang die Entwicklung und schaffte in den Staudämmen und Kanälen der heißen Länder technische Riesenwerke, deren Trümmer und Spuren auch heute noch uns mit Bewunderung erfüllen. So tritt im Ausgang des 18. und in den Anfängen des 19. Jahrhunderts der Ausbau von Binnenwasserstraßen als von der intensiver werdenden Wirtschaft geforderte Maßnahme stark hervor. Daneben tritt die Entwicklung der Dampfmaschine und damit der wichtigen Grundlage der Industrialisierung der mechanischen freizügigen Kraftbeschaffung. Die neugewonnene technische Möglichkeit des mechanischen Zuges auf eiserner Bahn weist alsbald der Wirtschaft ganz neue Wege; nun entsteht neben den alten Kanalnetzen und sie bald zunächst weit überflügelnd ein ausgedehntes, dichtes Eisenbahnnetz in allen Kulturstaaten und quantitativ wie qualitativ gewaltige Leistungen werden in seinem Ausbau und Betrieb von der Technik gefordert und geleistet. Zugleich verfeinert, vervielfältigt und verflicht sich diese Technik immer mehr: das technische Zeitalter der überragenden Tätigkeit auf dem Gebiete des Eisenbahnbaues ist zugleich in hervorragendem Maße dasjenige der Entwicklung der Schwereisenindustrie, des Brückenbaues und der Dampflokomotive.

Neue Wege wies dann der Wirtschaft und ein neues Tätigkeitsfeld erschloß damit der Technik dann wieder eine technische Großtat: die Entwicklung der Technik des hochgespannten Wechselstroms am Ende des 19. Jahrhunderts. Durch die erfolgreiche Lösung der Aufgabe, große Energiemengen ohne unwirtschaftlichen Aufwand und mit erträglichen Verlusten über weite Strecken fortzuleiten, wurde mit einem Schlage die Möglichkeit der Nutzbarmachung großer, entlegener Wasserkräfte geboten und damit eine Fülle verschiedenartigster technischer Aufgaben an den befruchtenden Strom des wirtschaftlichen Interesses herangerückt. Nun setzt in äußerst interessanter Folge und Verschlingung die großartige Entwicklung der elektrischen Hochspannungsanlagen und der Wasserkraftmaschinen ein, die sogleich wieder auf andere technische Gebiete sich auswirkt: dem Bauingenieur gewaltige Aufgaben im Bau von Stauwerken, Kanälen, Krafthäusern immer wachsender Abmessungen stellt, den Wärmefachmann anderseits anspornt, auch seine Technik im wirtschaftlichen Wettbewerb von neuem zu entwickeln und durch Schaffung und ständige Vergrößerung der Dampfturbine und der Verbrennungskraftmaschine leistungsfähiger zu gestalten. Zugleich eröffnet die technische Weiterentwicklung der Erzeugung und Verwendung elektrischer Ströme und ihre Verknüpfung mit den Ergebnissen der anorganischen Chemie und der Hüttenkunde wieder der Wirtschaft neue Arbeitsfelder in den weiten Gebieten der elektrolytischen und elektrothermischen Gewinnung und Verarbeitung der Roh-

Digitized by Google

stoffe. Die Wirkungen dieses heute noch nicht abgeschlossenen technisch-wirtschaftlichen Entwicklungsprozesses greifen damit weit über den Rahmen der Einzelvolkswirtschaft hinaus und gewinnen weltwirtschaftliche Bedeutung, da sie imstande sind, weitgehende und schwerwiegende Verschiebungen in der Außenhandelsbilanz einzelner Länder herbeizuführen: Ersatz des Chilesalpeters durch künstlich gebundenen Luftstickstoff, Verdrängung des Eisens durch Aluminium und seine veredelten Spielarten und anderes mehr, was dazu führen muß, den Besitz an Wasserkräften in steigendem Maße als weltwirtschaftliches Aktivum neben Erz- und Kohlenlagern, fruchtbaren Böden, Wäldern für ein Land zu buchen.

Nebenher bei dieser Entwicklung der Wasserkraftwirtschaft ging und geht nun, geweckt durch die Zunahme der Bevölkerungsdichte, die Entwicklung der Großindustrie und die Ueberlastung der Eisenbahnen eine Neubelebung und mächtige graduelle Fortentwicklung der im Wesen alten Technik des Binnenwasserverkehrs. Nach dem im wesentlichen im 19. Jahrhundert erfolgten Ausbau der Ströme und Flüsse und neben der mächtig erstarkten Eisenbahn sind die alten Kanäle nicht mehr leistungsfähig. Ihre Querschnitte, ihre Schleusenlängen sind zu klein für die inzwischen von 200 bis 400 auf 600 bis 1000 Nutztonnen und mehr angewachsenen Eisenkähne, zu klein auch für die gesteigerten Ansprüche an Fahr- und Reisegeschwindigkeit. Die Zahl der Stufen und damit der Umfang der Zeitverluste ist zu groß. Die neuen Binnenwasserstraßen, die nun verlangt und geschaffen werden, müssen wesentlich größere Profilabmessungen, größere, womöglich mehrschiffige Schleusen und eine verringerte Zahl dieser Aufenthalt bedingenden Stufen aufweisen. Immer weiter verlockt die Wirtschaft den Ingenieur, seine Ziele auch räumlich zu stecken. Hoch hinauf gegen den Oberlauf der Flüsse muß die Großschiffahrt vorgetrieben werden, indem, wo die Regulierung durch Einschränkung der Flußbettbreite versagt, zu dem Mittel der Kanalisierung, der Umwandlung des freien Flusses in eine Treppe gestauter Haltungen gegriffen wird. Und von Oberlauf zu Oberlauf auseinanderstrebender Wassergebiete werden Verbindungswege über die Wasserscheide hinüber oder unter ihr hindurch in großartig angelegten Verbindungskanälen und -Kanaltreppen gesucht und so die innersten Zentren der Kontinente in engeren Konnex mit dem Ueberseeverkehr gebracht. Und dabei gibt es sich nun — ein überraschendes und glückliches Wechselspiel von wirtschaftlichen und technischen Forderungen und Gelegenheiten —, daß Wasserkraftwirtschaft und Wasserverkehr, erst scheinbar zufällig, aber mit der Entwicklung immer mehr und immer tiefer, sich in weitem Umfang berühren, ergänzen und unterstützen. Mochte man früher noch die Kraftnutzung an der durch eine Flußkanalisierung geschaffenen niedrigen Gefällstufe für eine unter günstigen Umständen lohnende, aber im wesentlichen doch nebensächliche Möglichkeit ansehen oder, umgekehrt: bei Schaffung einer der Kraftnutzung gewidmeten Stauanlage durch Einbau kleiner Schiffsschleusen die Gelegenheit einer Förderung lokaler Schiffahrtsinteressen wahrnehmen, so hat man inzwischen gelernt, als die in vielen Fällen wirtschaftlich vorteilhafteste Lösung eine ebenbürtige Verbindung beider Aufgaben anzusehen. Natürlich fehlt es bei solcher Verbindung von Wasserkraftgewinnung und Binnenschiffahrt neben den förderlichen Momenten (doppelte Ausnutzung derselben Anlage, wirtschaftliche gegenseitige Befruchtung durch Schaffung von Bedarf usw.) auch nicht an mancherlei nachteiligen Beeinflussungen (Wasserverbrauch der Schleusen, gefährliche Fließgeschwindigkeit in Kanälen und an Kraftwerken u. v. a. m.). Aber der Ingenieur hat im wesentlichen heute schon gelernt, die sich aus solcher Gegenläufigkeit der Forderungen ergebenden Schlüsse zu ziehen und seine Anlagen entsprechend zu planen, wobei natürlich auf dem Wege gegenseitiger Anpassung ein Anlagentyp nicht unwesentlich anderer Art sich ergeben muß, als ihn die reine Wasserkraft- oder die reine Schiffahrtsanstalt bedingen würde.

Neben der technischen, konstruktiven Entwicklung der Anlagen für Wasserkraftnutzung und derjenigen für Binnenschiffahrt, die im Sinne einer ständigen Steigerung der Ausbaugröße (nach Wassermenge und Stufenhöhe) und vielfach im Sinne einer Verschmelzung zum Kraftwasserstraßentyp vor sich ging, lief nun aber noch eine dritte Entwicklung einher, die beide Zweige der Wasserwirtschaft in gleicher Weise und oft zugleich förderte. Es ist die mit der Intensivierung aller heutigen Wirtschaft eng verbundene Entwicklung unserer Wasserwirtschaft zur Wassersparwirtschaft. Die intensive Wasserwirtschaft begnügt sich nicht und kann sich nicht mehr begnügen mit der Benutzung des Wassers, wie es die launische Natur im unstetigen Abflußvorgang darbietet. Sie greift vielmehr ein in den natürlichen Wasserhaushalt und formt ihn nach wirtschaftlichen Bedürfnissen um, indem sie Speicher erschließt und anlegt, welche den Ueberfluß der Hochwasserzeiten und damit die Menge des insgesamt für Kraftnutzung und Kanalspeisung nutzbaren Wassers vermehren und durch Erhöhung der Stetigkeit des Betriebes die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Damit ergibt sich für den Ingenieur der große Aufgabenkomplex, den die Begriffe: Seeregulierung und Talsperrenbau umschreiben mit allen ins einzelne gehenden technischen Nebenaufgaben (Staumauerbau, Hochwasserentlastung, Energievernichtung u. a. m.) und allen weitreichenden allgemein-wirtschaftlichen Nebenwirkungen (Hochwasserschutz, Grundwasserregelung, Trinkwasserversorgung, Landeshygiene u. a. m.). Oft ist es gerade die Vielseitigkeit der Ansprüche und Möglichkeiten, die — wenn sie auch die technische Planung und die wasserrechtliche Durchführung der Projekte erschwert — dafür durch Verteilung der Lasten auf zahlreiche tragfähige Schultern die wirtschaftliche Durchführbarkeit mancher dem gemeinsamen Interesse von Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt dienenden Werke wirtschaftlich erst ermöglicht.

Die im vorstehenden kurz umrissene Entwicklung, im wesentlichen das Ergebnis der letzten drei Jahrzehnte, hat, wenn auch noch im vollen Fluß und Aufschwung, doch in technischer Beziehung eine Stufe erreicht, die den Wunsch nach Uebersicht nahelegt. So rechtfertigt und erklärt sich, zumal in Verbindung mit dem großen Geschichtsabschnitt des Weltkrieges, die Tatsache, daß

Digitized by Google

auf die im vergangenen Jahr veranstalteten großen Schauen über dieses interessante Gebiet (Grenoble und München) auch dieses Jahr eine weitere in Basel folgt. Die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung 1926 in Basel, diesem wichtigen Knotenpunkt des zukünftigen binneneuropäischen Wasserstraßennetzes, wird in ihrer planvollen Gliederung erwünschte Gelegenheit bieten, die innige und vielseitige Verflechtung der heutigen Wasserwirtschaft, Wassertechnik und ihrer zahlreichen Hilfseigenschaften und Fabriken in ihren mannigfaltigen Einzelheiten aufs gründlichste zu studieren und sich von deren gewaltiger Bedeutung für Volks- und Weltwirtschaft zu überzeugen. (W. 791.)

Zur Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel 31. August bis 8. September 1926.

Die Energiewirtschaft, das ist der Haushalt mit den natürlichen Kraftquellen, wie sie uns die Sonnenenergie früherer Jahrtausende zustrahlte — aufgespeichert in den Kohlen-, Oel- und Torfvorräten — und dauernd weiter spendet — Wasserkreislauf, Wind und Gezeiten — zum Zwecke bestmöglicher Ausnutzung für Gütererzeugung und Güteraustausch (Verkehr) ist in allen ihren Auswirkungen und Teilgebieten über Landesgrenzen hinausgetreten. Die in Kohle und Oel aufgespeicherten Energievorräte sind zuerst auf dem Landweg und Binnenwasserweg zum Tauschobjekt zwischen Ländern geworden, in Form des Erdöles sogar auf dem Wasserweg zwischen Weltteilen; die Wasserkraftenergie hat über ihr Transportmittel der Elektrizität in den letzten Jahrzehnten ebenfalls die geographischen und politischen Grenzen zwischen Ländern überschritten. Die Forderung nach höchstem Wirkungsgrad, also geringstem Aufwand der sich durch den Verbrauch vermindernden aufgespeicherten Energievorräte zwingt zur gegenseitigen Ergänzung nicht nur des Ueberflusses und Mangels hinsichtlich Ort und Zeit von Darbietung und Verbrauch, sondern ebenso auch zum Austausch der wirtschaftlichen und technischen Erfahrungen und Erkenntnisse.

In diesem Zeichen stand die erste Weltkraftkonferenz zu London im Juli 1924[1]), und den leitenden Gedanken sprach dort Lord Derby aus:

> „Gegenseitiges Verstehen ist das, wessen die Welt heute am meisten bedarf, und um dieses Verstehen zu erreichen, kommt es auf einen Kontakt zwischen den Völkern und den einzelnen Personen, wie auf dieser Konferenz, weit mehr an, als auf den Kontakt der Regierungen."

Unter der Gastfreundschaft der Schweiz wird im Anschluß an die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung eine Sondertagung der Weltkraftkonferenz abgehalten, die sich vorwiegend mit Wasserkraftenergie, ihrer Beziehung zur Wärmekraftenergie und ihrem Transport sowie mit der Binnenschiffahrt befaßt.

Wir bringen nachstehend einen Auszug aus dem Programm dieser Tagung, deren Erfolg schon durch die Wichtigkeit des Gegenstandes und durch die Früchte der Ersten Weltkraftkonferenz sichergestellt erscheint.

Die Schriftleitung.

I. Zweck der Weltkraftkonferenz.

Der Zweck der Weltkraftkonferenz ist die Betrachtung, wie die industriellen und wissenschaftlichen Quellen der Kraft verwertet werden können, und zwar national und international:

durch Erfassung der vorhandenen Kraftquellen eines jeden Landes an hydroelektrischer Energie, Oel und Mineralien;

durch Vergleichung der Erfahrungen in der Entwicklung von Bodenkultur, Bewässerung und Verkehr zu Land, Luft und Wasser;

durch Konferenzen der Bau-, Elektro-, Maschinen-, Schiffs- und Hütteningenieure, sachverständigen Autoritäten auf dem Gebiet der wissenschaftlichen und industriellen Forschung;

durch Beratungen der Energieverbraucher und der Hersteller von Produktionshilfsmitteln;

durch Besprechungen über die technische Erziehung im Bezug auf die Ausbildungsmethoden in den verschiedenen Ländern, und durch Betrachtung der Mittel, durch welche die vorhandenen Möglichkeiten verbessert werden können;

durch Unterredungen über die finanziellen und wirtschaftlichen Aussichten der Industrie, national und international;

durch Aussprachen über die Möglichkeit der Gründung eines ständigen Weltbüros zur Sammlung von Unterlagen, Vorbereitung der Inventarisierung der Weltkraftquellen und Austausch von industrieller und wissenschaftlicher Forschung durch bestimmte Delegierte in den einzelnen Ländern.

II. Technisches Programm.

A. Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt.

a) Allgemeines (z. B. Niederschlagsmengen und Wassermengen in Flüssen in Funktion der Zeit, Einfluß von Fluß- und Seeregulierungen, Staubecken auf die Wassermengen usw.)

b) Technische Angaben:

Wasserkraftnutzung:

1. Wasserbau, Tief- und Hochbau.
2. Die hydraulischen Maschinen und ihr Zubehör.
3. Die elektrischen Maschinen und ihr Zubehör.
4. Die Schaltanlagen.

Binnenschiffahrt:

1. Wasserbau, Tief- und Hochbau.
2. Fahrzeuge.
3. Ausrüstungsgegenstände.

c) Wirtschaftliche Betrachtungen, z. B. über die Gestehungskosten der Energie, unter Berücksichtigung der Ausbaugröße usw., bzw. über die Transportkosten und Transportzeiten und deren Vergleich mit anderen Transportarten.

d) Die Beziehungen zwischen Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt.

[1]) Sonderbericht in dieser Zeitschrift 1924 Heft 14 und 15 (als Sonderdruck erschienen).

Digitized by Google

B. Der Austausch der elektrischen Energie zwischen verschiedenen Ländern.

a) Allgemeine Angaben über bestehende und projektierte Austauschmöglichkeiten und deren Vor- und Nachteile.
b) Der Einfluß der den Energieaustausch erschwerenden Faktoren:
   1. Die nationale und internationale Gesetzgebung.
   2. Die Frage der Besteuerung der elektrischen Energie beim Uebergang über nationale Grenzen.
   3. Juristische Fragen betreffend Energieaustausch.
c) Der Einfluß des Energieaustausches auf den Betrieb der Elektrizitätswerke und auf die Gestehungskosten der elektrischen Energie.

C. Die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen hydraulisch und thermisch erzeugter elektrischer Energie.

D. Die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft.

a) Allgemeines.
b) Technische Beschreibung der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der elektrischen Energie.
c) Wirtschaftliche Betrachtungen.

E. Die Elektrifikation der Eisenbahnen.

a) Allgemeines (z. B. Systemwahl und Begründung derselben).
b) Technische Beschreibungen:
   1. Kraftwerke,
   2. Umformer- und Transformatorenstationen,
   3. Streckenausrüstung,
   4. Triebfahrzeuge und Einrichtungen in den übrigen Fahrzeugen, die mit der elektrischen Traktion im Zusammenhang stehen.
c) Wirtschaftliche Betrachtungen, unter besonderer Berücksichtigung der nicht zahlenmäßig faßbaren Vorteile der elektrischen Traktion.

III. Fachliches Programm in zeitlicher Reihenfolge.

Montag, 30. August, 9—12 Uhr und 14—17 Uhr: Internationales Exekutiv-Komitee.
Dienstag, 31. August, 9.30—11.30 Uhr: Offizielle Eröffnungssitzung. — 14.15—16.30 Uhr: Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung.
Mittwoch, 1. Sept., 9.30—12 Uhr und 14—16.15 Uhr: Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. — 16.15—17.30 Uhr: Besuch des Basler Rheinhafens.
Donnerstag, 2. Sept., 9.30—12 Uhr und 14—16 Uhr: Elektrifikation der Eisenbahnen. — 14—16 Uhr: Parallelsitzung: Elektrizität in der Landwirtschaft. — 16.10 Uhr: Fahrt nach Augst, Besichtigung des Kraftwerks.
Freitag, 3. Sept., 9.30—12 Uhr: Elektrifikation der Eisenbahnen. — 9.30—12 Uhr: Parallelsitzung: Elektrizität in der Landwirtschaft. — 14—16.30 Uhr: Ev. Sitzung für Unerledigtes.
Samstag, 4. Sept. und Sonntag, 5. Sept.: Exkursionen nach dem Gotthard per Extrazug, offeriert durch die Schweizerischen Bundesbahnen: Uebernachten in Luzern.
Montag, 6. Sept., 9.30—12 Uhr: Thermisch und hydraulisch erzeugte Energie. — 14—16.30 Uhr: Energieaustausch zwischen Ländern. — 16.30—18 Uhr: Sitzung des Internationalen Exekutivkomitees.
Dienstag, 7. Sept., 9.30—12 Uhr: Thermisch und hydraulisch erzeugte Energie. — 14—16.30 Uhr: Energieaustausch zwischen Ländern. — 16.30—18 Uhr: Sitzung des Internationalen Exekutivkomitees.
Mittwoch, 8. Sept., 9—10 Uhr: Internationales Exekutivkomitee. — 10—12 Uhr: Offizielle Schluß-Sitzung.

IV. Die beteiligten Staaten.

Gemäß den bis Ende April eingetroffenen Anmeldungen werden folgende Staaten an der Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel, durch offizielle Delegierte vertreten sein:

1. Belgien
2. Brasilien
3. Columbien
4. Dänemark
5. Deutschland
6. Frankreich
7. Griechenland
8. Gold-Küste
9. Großbritannien
10. Holland
11. Holländisch Ostindien
12. Italien
13. Japan
14. Jugoslavien
15. Lettland
16. Litauen
17. Luxemburg
18. Mexiko
19. Norwegen
20. Oesterreich
21. Palästina
22. Polen
23. Rumänien
24. Schweden
25. Schweiz
26. Spanien
27. Tschechslowakei
28. Ungarn
29. Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Die Vertretung weiterer Staaten steht in Aussicht.

V. Berichte.

Sämtliche Berichte, welche von den nationalen Komitees für die Sondertagung der Weltkraftkonferenz eingereicht worden sind, werden von schweizerischen Generalreportern zusammengefaßt unter Verweisung auf Punkte, deren Diskussion besonders erwünscht ist.

Die Generalreporter sind, für

Gruppe A Direktor E. Payot, Elektrizitätswerk Basel,
Gruppe B Professor J. Landry, Université de Lasanne,
Gruppe C Dr. A. Nizzola, Präsident der Motor-Columbus A.-G., Baden,
Gruppe D Direktor F. Ringwald, Zentralschweiz. Kraftwerke, Luzern,
Gruppe E Dr. E. Huber-Stockar, gew. Chef der Abteilung für Elektrifizierung der Schweiz. Bundesbahnen, Bern.

Auszug aus der Liste der Referate.

Gruppe A. Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt.

Prof. Dr.-Ing. G. de Thierry und Mitarbeiter, Berlin: Die neuen Staustufen an der Großschiffahrtsstrecke Rhein—Main—Donau, von Oberbaudirektor Dantscher, München.
Die Kanalisierung des Neckars von Mannheim bis Plochingen und die Wasserkräfte der Iller zwischen Ferthofen und Ulm, von Strombaudirektor Konz, Stuttgart.
Der deutsche Wasserturbinenbau, von Direktor A. Ungerer, Heidenheim-Brenz.
Gegenwartsfragen der Binnenschiffahrt in Deutschland, von Ober-Ing. R. Zilcher, Duisburg-Ruhrort.
Elektrische Maschinen und Zubehör, von Dir. Dr. H. Wallem, Berlin.
Die Beziehungen zwischen der Wasserkraftnutzung und der Binnenschiffahrt von Ministerialrat Hoebel, Berlin.
R. Halter und F. Schaffernack, Wien: Beitrag zur Frage der Ausgestaltung der Donau als Kraftwasserstraße.
Donau-Regulierungskommission Wien: Die Regulierung der österreichischen Donau als Großschiffahrtsstraße und die Donau-Wasserkraftnutzung.
Norberg Schulz, Oslo: Electricity prices and consumption.
A. Ekwall, Stockholm: Utilisation of Water power and Inland Navigation.
Carl Schmidt, Stockholm: Some principles of lake storage with special reference to swedish conditions.
H. Minding, Stockholm: The latest progress in the design of water turbines.

Digitized by Google

E. Zachrisson, Västaras: Automatic Hydroelectric power stations in Sweden.
H. E. Gruner, Basel: Niederdruckwasserkraftwerke.
J. Büchi, Zürich: Schweizerische Hochdruckwerke.
A. N. Caflisch, Zürich: Hydraulische Maschinen der Wasserkraftwerke.
Dr. H. Strickler, Bern: Fluß-Stauhaltungen im Dienste der Wasserkraftnutzung und der Binnenschiffahrt.

Gruppe B. Austausch elektrischer Energie zwischen Ländern.

T. F. Krarup, Kopenhagen: Transmission d'Energie entre les pays Scandinaves comme question internationale, légale et sociale.
Dr. Robert Haas, Badisch-Rheinfelden: Austausch elektrischer Energie zwischen verschiedenen Ländern.
M. Genissieu, Paris: Echange d'Energie entre pays.
H. Niesz, Baden: Energieaustausch zwischen verschiedenen Ländern, Technisch-wissenschaftlicher Teil.
Dr. H. Trümpy, Glarus: Energieaustausch zwischen verschiedenen Ländern, Juristischer Teil.

Gruppe C. Wirtschaftliche Beziehungen zwischen hydraulisch und thermisch erzeugter Energie.

Dr. Oskar v. Miller, München und Mitarbeiter: Die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen hydraulisch erzeugter und thermisch erzeugter Energie.
M. Arbelot, Paris: Relations entre l'Energie électrique hydraulique et l'Energie électrique thermique.
Ing. Richard Hofbauer, Wien: Hydroelektrische Verbundwirtschaft unter Mitwirkung kalorischer Anlagen.
Axel F. Enström, Stockholm: Wasserkraft und Dampfkraft in Schweden.
Dr. Joh. Ruths, Stockholm: Die Verwendung des Ruths-Speichers beim Zusammenarbeiten von Wasserkraft und Dampfkraft.
René Neeser, Genf: Wasserturbinen.
J. Ehrensberger, Baden: Elektrische Zentralen.

Gruppe E. Elektrifikation der Eisenbahnen.

Wilh. Wechmann, Berlin und Mitarbeiter: Elektrischer Zugsbetrieb der deutschen Reichsbahn-Ges., Bericht über den gegenwärtigen Stand und über Betriebserfahrungen.
M. Parodi, Paris: Electrification des Chemins de fer.
Erich Kurzel-Runtscheiner, Wien: Dampflokomotive, elektrische und Thermo-Lokomotive, ein weltwirtschaftlich-technisches Problem.
Dr. E. Huber, Stockar und Mitarbeiter, Bern: Elektrifizierung der Eisenbahnen.
I. Allgemeines: Dr. E. Huber, Bern.
II. Technische Beschreibungen:
Kraftwerke: H. Eggenberger, A. Dudler und H. Habich.
Uebertragungsleitungen: K. Burlet.
Umformer- und Transformatorenstationen: Schild.
Strecken-Ausrüstungen: H. W. Schuler.
Triebfahrzeuge: S. Steiner.
III. L'Exploitation Electrique des Chemins de fer Fédéraux au point de vue économique — A. Jobin.

Berichterstattung der Basler Sondertagung.

Alle der Sondertagung eingereichten Berichte werden bei Beginn der Konferenz in einer der vier Konferenzsprachen, Deutsch, Englisch, Französisch und Italienisch, im Druck vorliegen, nebst Auszügen in deutscher, englischer und französischer Sprache. Ferner werden die Reporterberichte der schweizerischen Generalberichterstatter über alle zu einer Frage eingereichten Referate gedruckt zur Verfügung stehen, und zwar in deutscher, englischer und französischer Sprache.

Die Berichte, die Reporterberichte, sowie ein Auszug aus den Diskussionen an der Konferenz selbst werden nach Schluß der Konferenz als Berichterstattung über die Basler Sondertagung der Weltkraftkonferenz 1926 veröffentlicht werden.

VI. Teilnehmer.

1. Teilnahme.

Vorbehältlich Genehmigung durch den Präsidenten des Schweizerischen Nationalkomitees ist jedermann als Mitglied der Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel zugelassen, der die Kongreßkarte von Fr. 30.— (Schweizerwährung) löst.

Die Kongreßkarte berechtigt:

a) zum Eintritt in die Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung, in deren Sälen die Konferenz stattfindet.
b) zum Transport nach dem Rheinhafen Basel und zum Empfang durch die Regierung des Kantons Basel-Stadt (1. Sept.).
c) zur Fahrt nach Rheinfelden und zurück (3. Sept.).
d) zur Fahrt nach dem St. Gotthard—Luzern und zurück nach Basel (4. und 5. Sept.) inklusive Lunch in Göschenen (Hotel in Luzern und Exkursionen am 5. Sept. in und um Luzern nicht inbegriffen).
e) zum Eintritt in die Sammlungen und Museen in Basel.
f) zum Eintritt in das Sommerkasino und den Zoologischen Garten.

Zur Erleichterung der Kontrolle wird den Teilnehmern ein Konferenzabzeichen verabfolgt.

2. Offizielle Delegierte.

Die offiziellen Delegierten eines jeden Landes, deren Zahl auf 10 beschränkt ist, erhalten die Kongreßkarte und das Kongreßabzeichen gratis.

Offizielle Delegierte sind:

a) Teilnehmer, die von den betreffenden Nationalkomitees vor dem 15. August 1926 als offizielle Delegierte beim Sekretär der Sondertagung Basel angemeldet werden.
b) Teilnehmer, die von den eingeladenen Regierungen als deren offizielle Vertreter entweder direkt oder durch die Nationalkomitees angemeldet werden.

VII. Die technischen Exkursionen.

Die Exkursionen wiederholen sich wöchentlich während der 2½ Monate der Ausstellung.

Montagtour: In bequemen Autocars zu den Rheinkraftwerken Augst und Laufenburg. Abfahrt ab Basel Zentralbahnplatz. Besichtigung des Kraftwerkes und der Schiffsschleuse Augst. Fahrt nach Laufenburg, Mittagessen. Nachmittags Besichigung des Kraftwerkes Laufenburg und Rückfahrt nach Basel.

Dienstagtour: Besuch der Kraftwerke Eglisau und Schaffhausen, sowie des Rheinfalls. Eisenbahnfahrt Basel—Zürich, dann Exkursion in Autocars von Zürich nach dem Kraftwerke Eglisau, Besichtigung desselben, Fahrt im Autocar an den Rheinfall, Mittagessen. Nachmittags Fahrt nach Schaffhausen, Besichtigung des historisch interessanten Moserdammes über den Rhein und des Elektrizitätswerkes der Stadt Schaffhausen. Rückfahrt im Autocar nach Zürich und per Bahn nach Basel. (Die Tour wird nur bei Teilnahme von mindestens 10 Personen ausgeführt.

Mittwochtour: Besichtigung der Hochdruckanlagen im Wäggital. Reise Basel—Zürich per Bahn; von hier im bequemen Autocars längs des linken Zürichsee Ufers nach Siebnen und in das romantische Wäggital. Besichtigung der Staumauer und des Stausees. Mittagessen Rempen, Besichtigung der Druckleitung, Wasserschloß, Zentrale, Staumauer und Stausee Rempen. Autofahrt nach Siebnen, Besichtigung der Druckleitung

Digitized by Google

und Zentrale. Rückfahrt über die Seebrücke nach Rapperswil und längs des rechten Ufers des Zürichsees nach Zürich. (Die Tour wird nur bei einer Beteiligung von mindestens 10 Personen ausgeführt.)

Donnerstag- u. Freitagtour: Nach den Kraftwerken der Schweizerischen Bundesbahnen an der Gotthardlinie. Eisenbahnfahrt von Basel über Luzern und längs des Vierwaldstättersees nach Amsteg, Mittagessen. Besichtigung der Druckleitung und Zentrale Amsteg, Abfahrt nach Gurtnellen, Besichtigung der Bogenstaumauer am Pfaffensprung und der Wasserfassung. Bahnfahrt Gurtnellen—Göschenen durch den Gotthardtunnel nach Ambri; Fahrt mit der Drahtseilbahn von Ambri nach dem Ritomsee, Besichtigung der Staumauer, des Stausees und der Wasserfassung. Mittagessen. Rückfahrt mit der Drahtseilbahn nach Ambri, Besichtigung der Zentrale, Eisenbahnrückfahrt Ambri—Basel. (Die Tour wird nur bei einer Beteiligung von mindestens 10 Personen ausgeführt).

Samstagtour: Besichtigung der Eisenwerke Clus und der Niederdruckwerke Wangen a. A. und Olten-Gösgen. Abfahrt im Autocar ab Basel, Fahrt durch den Jura nach der Balsthaler Clus. Besichtigung der L. von Roll'schen Eisenwerke in Clus. Mittagessen. Fahrt nach dem Kraftwerk Wangen a. A. Besichtigung desselben. Fahrt nach Olten, Besichtigung der Wehranlage und der Niederdruckzentrale Gösgen, Rückfahrt über den Hauenstein nach Basel. (W. 787).

Die Energievernichtungsanlage des Innwerkes.

Von Dipl.-Ing. F. Kennerknecht, Baudirektor, München.

Gegenwärtig laufen in einigen Kinos unter „Interessantes aus aller Welt" Bilder über die Energievernichtungsanlage des Innwerkes in Töging in voller Tätigkeit. Unter Hinweis auf eine Veröffentlichung über die Gesamtanlage des Innwerkes in der „Wasserkraft 1925, H. 17, S. 279, sowie auf einen Aufsatz: „Entlastungsvorrichtungen bei Wasserkraftanlagen" im Wasserkraftjahrbuch 1924 S. 369 seien hier kurz die bisherigen Erfahrungen dieser neuartigen Einrichtung für die Energievernichtung großer Wassermengen niedergelegt.

Die Gesamtenergievernichtungsanlage beim Wasserschloß Töging besteht aus folgenden vier Teilen:

1. Vier selbsttätige Heber mit den Heyn'schen Patenten und einer größten Saughöhe von 7,5 m; hiervon liegen die beiden mittleren Heber tiefer, um beim ersten Ansteigen des Sommerwassers in Tätigkeit zu treten (Sommerwasserheber); genügen jedoch bei Ausschaltung von mehreren Turbinen diese beiden Heber nicht mehr, um das dauernd zufließende Ueberwasser abzusaugen, so steigt der Wasserspiegel weiter an und bringt die beiden seitlichen, etwas höher angeordneten Heber zum Anspringen (Winterwasserheber). Während der Winterzeit, in welcher die ausnutzbare Wassermenge sowieso zurückgeht, liegt der Wasserspiegel vor dem Wasserschloß um 2 m höher als der

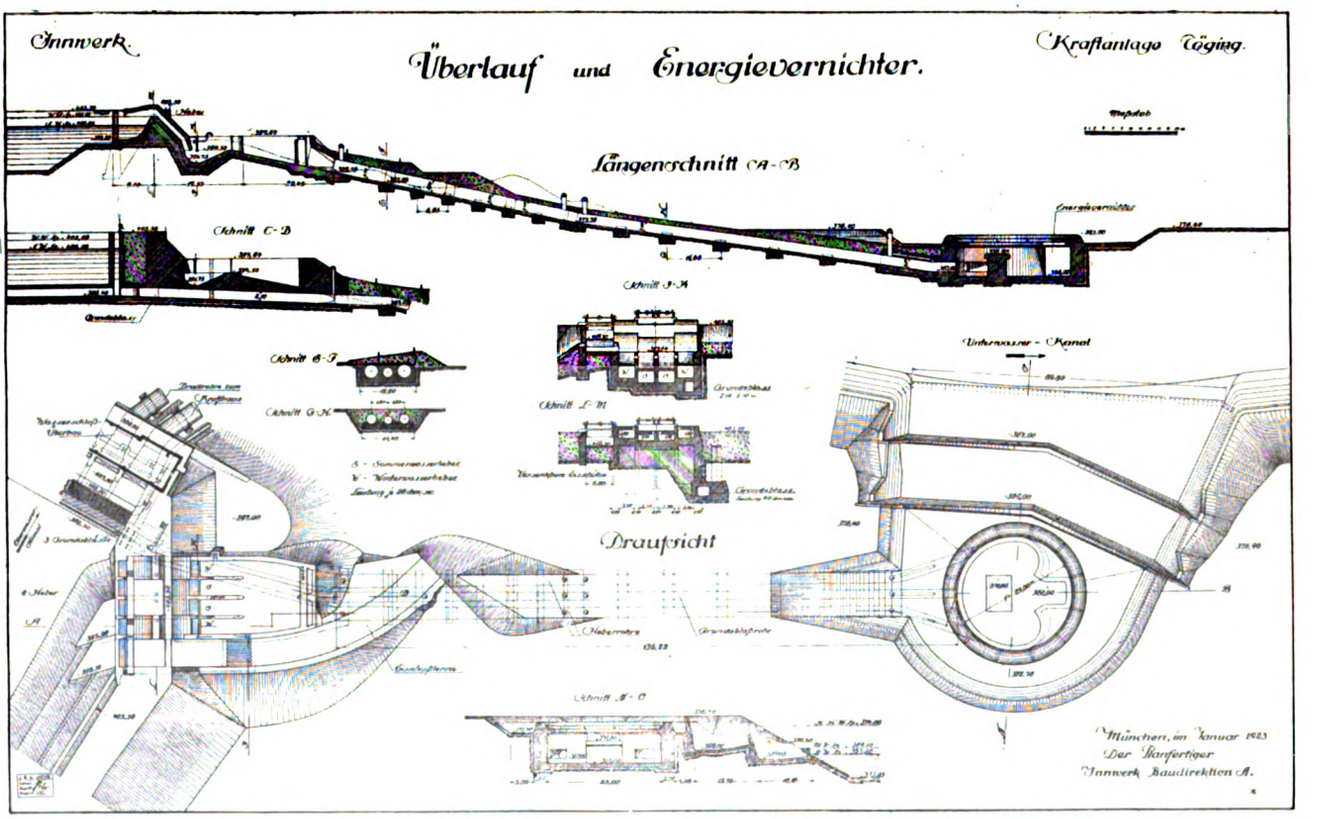


Abbildung 1. Plan der Energievernichter-Anlage.

Digitized by Google

Sommerspiegel; dabei bleiben die Sommerwasserheber durch Schützen verschlossen, nur die höher gelegenen beiden Winterwasserheber treten in Tätigkeit. Da die Heberschläuche gewaltigen Druck auszuhalten haben und kräftigen Erschütterungen ausgesetzt sind, mußten sie in Eisenbeton ausgeführt und mit schweren Fundamenten verankert werden; der Querschnitt jedes Schlauches hat 3,5 m Breite und 1,5 m Höhe; die Eintauchschnauze liegt jeweils einige Zentimeter unter der Ueberlaufkrone. Alle 4 Heber vermögen rechnungsgemäß etwa 110 cbm/sec abzuführen.

Im vergangenen Winter ist zum ersten Male der Winterwasserspiegel hergestellt, das heißt der Wasserspiegel langsam um 2 m gehoben worden; es mußte hier besonders sorgfältig und langsam vorgegangen werden, weil die aufgeschütteten, aus lockerem Kiesmaterial bestehenden Kanaldämme nur einen ganz allmählichen Aufstau vertrugen. Während dieses schrittweisen Anhebens des Wasserspiegels mußten die Sommerwasserheber stets betriebsbereit sein, um allen etwa auftretenden Zwischenfällen begegnen zu können; infolgedessen durfte die Ueberlaufkrone nur allmählich höher gelegt werden, was durch Aufsetzen einzelner Holzbalken auf die Ueberlaufkrone erreicht wurde. Nachdem nunmehr die Dämme eingestaut sind, sich gesetzt und gedichtet haben, können die Holzbalken beseitigt und in der nächsten Winterperiode die Sommerwasserheber durch Verschließen mit Zugschützen ausgeschaltet werden.

2. Zwei Ablaufrohre von je 141 m Länge aus Flußeisen, oben 3 m Durchmesser, nach unten sich entsprechend der größeren Wassergeschwindigkeit auf 2,2 m verjüngend. Diese Rohre liegen zusammen mit dem zwischen ihnen geführten Grundablaßrohr auf Betonsockeln und sind mit Erdreich überdeckt. Der trompetenförmig ausgebildete Rohreinlauf fängt die vom Heber ausgeworfenen Wassermengen wieder auf. Eine Berechnung der Druckverhältnisse in den Rohren hat ergeben, daß an den Knickpunkten Ent- und Belüftungsrohre von 1 m Durchmesser notwendig sind.

3. Das Energievernichtungsbecken von 25 m Durchmesser und etwa 8 m Höhe mit einem wirksamen Wasserinhalt von rund 3400 cbm ist nahezu vollständig aus Stampfbeton hergestellt; im Grundriß führen die beiden Entlastungsrohre die Wasserstrahlen tangential an der inneren Wandung ein. Durch evolventenähnliche Form und gleichzeitig zunehmende Neigung der Seitenwandung, ferner durch eine darüber angeordnete vorkragende Eisenbetonplatte werden die beiden ankommenden Wasserstrahlen umgelenkt und gegeneinandergeführt, dabei wie durch einen Pflug noch gedreht. Die beiden aufeinanderprallenden Wasserstrahlen finden bei ihrer Ablenkung nach rückwärts einen weiteren Widerstand in Form eines mächtigen Eisenbetonklotzes. Diese verschiedenen Maßnahmen zusammen, dazu der Druck der überlagernden Wassermengen, entziehen dem ankommenden Wasser seine kinetische Energie; verstärkt wird diese Wirkung noch, wenn bei geöffneten Grundablässen deren Wassermassen (40 cbm/sec) auf die Rückseite des erwähnten Eisenbetonklotzes aufprallen. Das seiner Energie beraubte Wasser fließt sodann über den kreisförmigen Ueberlauf ab, der noch mit 12 Ausströmungsöffnungen von je 50 cm Durchmesser versehen ist.

4. Zwei Kaskaden als Uebergang zum Unterwasserkanal. Bei genügender Tiefenlage des Beckens hätten diese Kaskaden entbehrt werden können; doch erschien es zweckmäßig, das Becken so hoch zu legen, daß bei seiner Ausführung und bei etwaigen Aenderungen oder Ausbesserungen keine zu großen Wasserhaltungsschwierigkeiten entstehen.

Bei ansteigendem Kanalwasser ist nun im Sommer folgender Vorgang zu beobachten.

Zunächst springen die mittleren etwas tiefer liegenden Sommerwasserheber an, in einigem zeitlichen Abstand folgen die seitlichen Winterwassererheber. Die Heberausläufe zeigen das gewöhnliche Bild: starke Wasserwalzen über dem durchschießenden abgeheberten Wasserstrahl. Bei weiter ansteigendem Kanalwasserspiegel werfen die Heber diese Wasserwalzen weg und der ungehemmte Strahl schießt im Bogen nach dem trompetenförmigen Einlauf der Entlastungsrohre, wobei sich der Uebergangsraum zwischen den Heberausläufen und den Rohreinläufen vollständig mit dem stark mit Luft vermengten Wasser auffüllt.

Aus den Wasserbewegungen im Becken war zu ersehen, daß bei frei austretendem Strahl die Wassermenge größer ist wie bei geschlossenem Strahl mit darüber gelagerten Wasserwalzen; es entspricht dies auch der theoretischen Ueberlegung, daß bei freiem Strahl die wirksame Saughöhe größer sein muß wie bei überlgaertem Strahl.

Durch die auf den Entlastungsrohren aufgesetzten, zunächst kurz gehaltenen „Kamine" (Lüftungsrohre) schossen Wassermengen oft bis zu beträchtlichen Höhen aus. Eine Erhöhung dieser Kamine auf die hierbei beobachtete Wasserstrahlhöhe

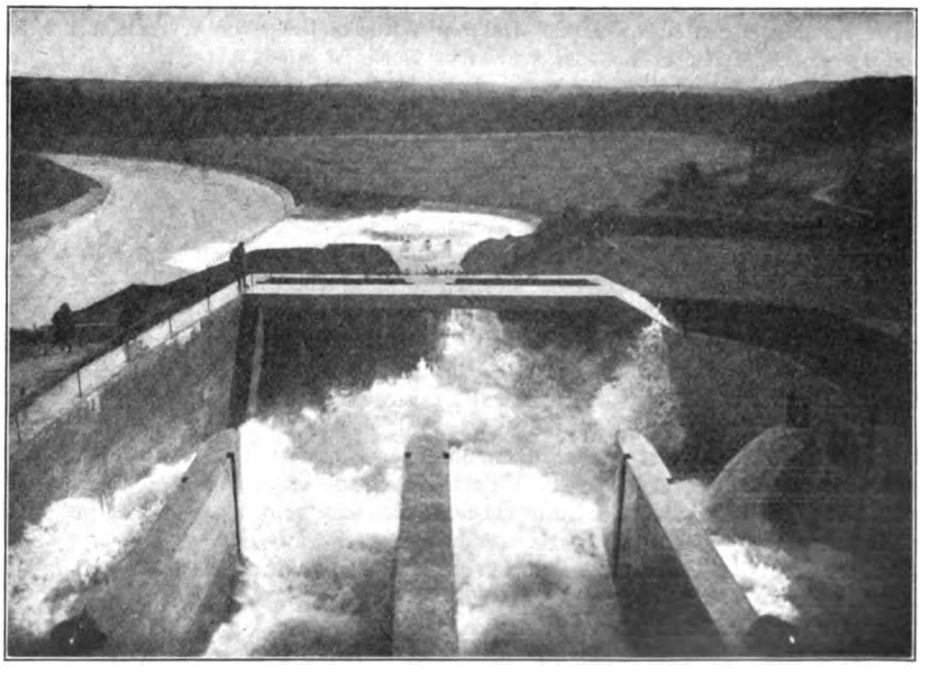


Abbildung 2. Energievernichter von Norden bei Vollbetrieb.

Digitized by Google

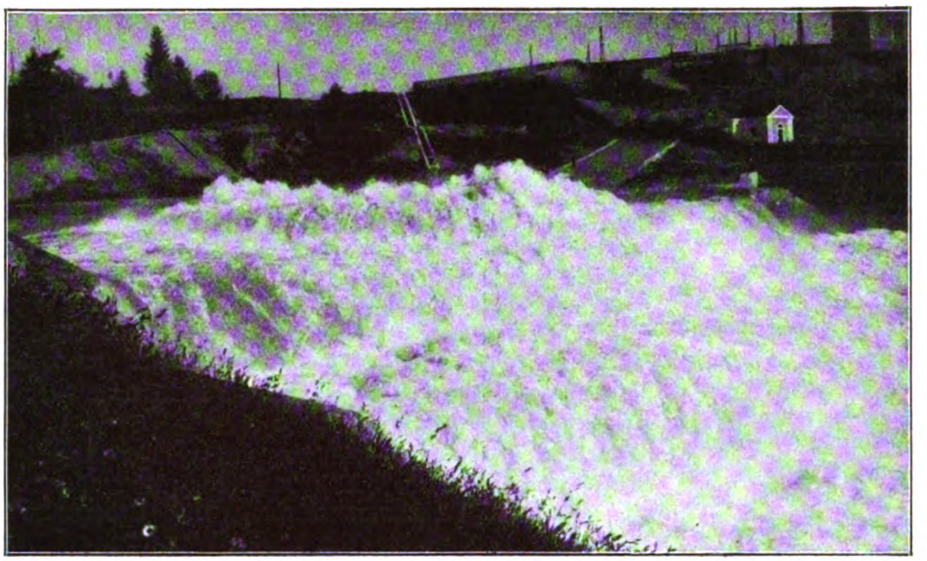


Abbildung 3. Energievernichterbecken von Süden im Vollbetrieb.

scheint jedoch nicht zweckmäßig; es soll hier durch entsprechend geformte Kappen das austretende Wasser abgefangen und außen nach abwärts gelenkt werden; in einer betonierten Flachrinne läuft dieses aus den Kaminen austretende Wasser dem Becken zu.

Im Laufe des Winters ergab sich eine Gelegenheit, das Becken leer zu pumpen, wobei die Wirkungen der in der bisherigen Einstauzeit ziemlich häufigen Inanspruchnahme studiert werden konnten. An jenen Stellen, an welchen die beiden Wasserstrahlen auf die Seitenwand des Beckens auftrafen, hat der aufgenagelte Bohlenbelag nicht durchweg Stand gehalten; doch ist dabei der Beton unbeschädigt geblieben. In der Sohle waren kleinere Ausfressungen festzustellen; auch hat sich die nachträglich aufgebrachte armierte Zementputzschichte stellenweise vom Unterbeton losgelöst; diese Schäden sind in der Hauptsache auf die ungünstigen Einflüsse des starken Wasserandranges beim Bau zurückzuführen und inzwischen wieder ausgebessert worden.

Die trotz der häufigen Inanspruchnahme verhältnismäßig geringen Beschädigungen haben den Beweis erbracht, daß die Anlage ihren Zweck voll und ganz zu erfüllen vermag und daß das System geeignet ist, die Energie auch größter Wassermengen wirksam zu vernichten. Angefügt mag werden, daß diese hier zum ersten Male angewandte Lösung der Energievernichtung großer Wassermengen bei mittlerem Gefälle (hier rund 50 000 PS = 50 % der Gesamtkrafterzeugung des Werkes Töging) durch das eigene Tiefbautechnische Konstruktionsbüro des Innwerkes entworfen und ausgearbeitet wurde. (W. 746).

Was kostet Dampf- und was die Wasserkraft?

Ein Beitrag zur Beurteilung der Ausbauwürdigkeit und Verwertung unserer Wasserkräfte.

Von Dipl.-Ing. Franz Simmerding, München.

Der Kampf um den Nachweis der besseren Wirtschaftlichkeit zwischen der weißen und der schwarzen Kohle ist zurzeit wieder sehr lebhaft geworden, insbesondere seit die neuesten Errungenschaften der Dampftechnik mit ihren Kohle sparenden Verbesserungen (Höchstdruck, Kohlenstaubfeuerung usw.), die Kosten für die Krafterzeugung in den Dampfmaschinen um ein merkbares senken konnten. Wenn auch die Verbesserungen nicht zu leugnen und im Interesse der deutschen Volkswirtschaft als wesentliche Fortschritte sehr zu begrüßen sind, so ist es doch noch nicht angezeigt, nunmehr über die Wirtschaftlichkeit der weißen Kohle den Stab zu brechen und zum mindesten voreilig zu behaupten, daß es unrentabel sei, Wasserkräfte auszubauen und neue Industrien an den Wasserkräften statt an den Kohlengruben[1]) anzusiedeln. Noch ist die Energieerzeugung durch die Wasserkraft in vielen Fällen wirtschaftlicher, als durch Dampfkraftwerke, selbst wenn sie an der Braunkohlengrube errichtet werden. Das wirkliche Verhältnis zwischen den Gestehungskosten von Kohlenenergie und Waserkraftenergie soll unter Berücksichtigung der neuesten Angaben zuständiger Fachleute durch folgende Berechnungen klargestellt werden.

Aus den Veröffentlichungen der letzten Jahre ist der Bedarf an Wärmeeinheiten für die kWh in folgenden Tabellen niedergelegt:

Zahlentafel I.[2])

Belastungs-faktor	Wärmeeinheiten pro kWh für 20 000 kW-Masch.	für 5000 kW-Masch.
0,20	9 110	11 180
0,30	7 470	9 022
0,40	6 650	7 943
0,50	6 158	7 795
0,60	5 830	6 863
0,70	5 647	6 555
0,80	5 420	6 324
0,90	5 283	6 144
1,00	5 174	6 000

Zahlentafel II.[3])

Betriebsstunden	Kohlenverbrauch bei 2250 WE	7200 WE	Auf Wärmeeinheiten pro kWh umgerechnet
1 000	4,48	1,40	10 000
2 000	3,84	1,20	8 640
3 000	3,52	1,10	7 920

[1]) Vgl. auch: Reindl, Zum Ausbau weiterer Wasserkräfte. Elektrotechnik u. Maschinenbau 1926, H. 4, S. 71.

[2]) Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke 1924, Seite 25.
[3]) Kyser, Elektr. Kraftübertragung 1923 III, Seite 920.

Digitized by Google

Betriebsstunden	Kohlenverbrauch bei 2250 WE	7200 WE	Auf Wärmeeinheiten pro kWh umgerechnet
4 000	3,36	1,05	7 560
5 000	3,20	1,00	7 200
6 000	3,10	0,97	6 980
7 000	3,01	0,94	6 770
8 000	2,88	0,90	6 480

Aus diesen Zahlentafeln ist zu entnehmen, daß bei einem Belastungsfaktor von 0,6, d. h., wenn die Höchstleistung der Kraftwerke ca. 5000 Stunden des Jahres verwertet werden kann, zur Erzeugung von 1 kWh 5830—7200 WE aufgewendet werden müssen. Für Steinkohle von 7200 WE kann der Preis loco Grube mit ungefähr 20 M/t, für Braunkohle von 2200 bis 2300 WE bei modernster Gewinnungsweise mit 3,25 M/t angenommen werden. Bei diesen Kohlenpreisen berechnet Direktor Kurt Loebinger[4]) die Kosten für je 1 000 000 WE zu 2,97 RM. für Steinkohle und 2,08 RM. für Braunkohle. Für unsere bayerischen Braunkohlenlager dürfte dieser Preis noch höher zu setzen sein wegen ihres bedeutend geringeren Heizwertes, der zwischen 1600—1920 WE liegt. Legen wir jedoch obige Zahlen unserer Berechnung zugrunde, so betragen die Kohlenkosten je kWh bei 5830 WE/kWh 1,21 bis 1,50 Pfg., bei 7200 WE/kWh 1,72—2,14 Pfg.

Für elektrochemische Industrien, die mit einem Belastungsfaktor von mindestens 0,9 arbeiten können, würden diese Kosten auf 1,10—1,57 Pfg. bei 5280 WE/kWh und 1,35—1,92 Pfg. bei 6480 WE/kWh sich ermäßigen.

Um die gesamten Betriebskosten zu erhalten, sind noch die Ausgaben für Bedienung, Schmier- und Putzmaterial, Kesselspeisewasser und Kühlwasser, Erneuerungsrücklagen, Verzinsung, sowie Rückzahlung des Anlagekapitals und allgemeine Verwaltungskosten, Versicherungen und Steuern zu berücksichtigen; diese Aufwendungen sind ganz allgemein betrachtet von nicht geringerer Höhe als die vorberechneten und unabhängig von der Art der verwendeten Kohle. Sie werden auf die kWh berechnet mit der Größe der Anlage abnehmen im Durchschnitt 20—25 v. H. der Anlagekosten und 50—60 v. H. der Gesamtbetriebskosten betragen, so daß diese pro kWh, wenn wir den niedrigsten der vorstehend errechneten Kohlenpreise mit 1,10 Pfg./kWh in Rechnung setzen, immer noch mindestens 2 Pfg. betragen. Auch unter der Annahme, daß der von Klingenberg im Jahre 1924 angegebene Energieaufwand von mindestens 5283 WE/kWh noch wesentlich unterschritten wird, ergeben sich noch höhere Zahlen für die Gestehungskosten als heute vielfach genannt werden. Wird die Rechnung für 4500 WE/kWh durchgeführt, so erhalten wir immer noch einen Betrag von 0,93 bis 1,30 Pfg. Kohlenkosten und einen Gesamtbetrag von mindestens 1,8 Pfg. je Kilowattstunde. Wenn demnach behauptet wird, daß die Kilowattstunde in Braunkohlendampfwerken an der Grube 0,8 bis 1,1 Pfg. beträgt, so können diese Angaben sich nur auf die Kosten der Kohle im Dampfkessel beziehen, nicht aber auf die Gesamtkosten der erzeugten Kilowattstunde.[5])

Wie stellen sich nun im Vergleich hiezu die Kosten der Energie pro kWh, die aus unseren bayerischen Wasserkräften gewonnen werden kann? Es seien hier nicht die Großkraftwerke des Staates, die zum Teil in der Inflationszeit gebaut wurden und abgesehen von anderen Gründen schon deshalb keinen richtigen Maßstab geben können, zum Vergleich herangezogen, dagegen liegen Berechnungen für Projekte von Niederdruckwasserkräften vor, die unter Berücksichtigung der Material- und Lohnkosten nach dem Stande vom August 1925 aufgestellt sind und sowohl von den zuständigen Behörden, als auch von fachmännischer Seite überprüft wurden. In diesen Berechnungen wurden die Kosten pro kWh mit 1,3 bis 1,5 Pfg. festgestellt; ähnliche Zahlen ergeben sich auch für die zurzeit in Angriff genommene unterste Stufe der mittleren Isar. Da wir in Bayern noch Wasserkräfte haben, deren Ausbau wesentlich geringere Mitteln beansprucht, so ist es möglich, diese Zahlen sogar noch bis 1,0 Pfg./kWh zu senken. Außerdem muß noch bedacht werden, daß bei den Wasserkraftwerken die Anlagekosten und somit bei den Betriebsausgaben die Auslagen für den Kapitaldienst den Hauptbetrag ausmachen. Wenn nun in absehbarer Zeit wieder günstigere Bedingungen auf dem Geldmarkt eintreten, so daß die hochverzinslichen Anleihen gegen solche mit niedrigem Zinsfuß vertauscht werden können, so liegt in diesem Moment die Möglichkeit einer weiteren Preissenkung der aus Wasserkraft gewonnenen Energie, so daß deren Ueberlegenheit gegenüber den auf Kohle angewiesenen Werken noch gesteigert wird.

Wie groß dieser Vorsprung überhaupt heute schon ist, mag noch durch folgende Betrachtung beleuchtet werden. Für die Kosten der aus einer modernen Wasserkraftanlage gewonnenen kWh möge im Durchschnitt der Betrag von 1,4 Pfg. angenommen werden. Wenn nun ein auf Kohle an der Grube aufgebautes Werk den gleichen Preis erzielen will, so müssen die nach obigen Berechnungen 2,0 und mehr Pfennige betragenden Betriebsauslagen pro kWh auf 1,4 Pfg. gesenkt werden. Der Bau der Kraftanlagen kann nicht billiger gestaltet werden, deshalb ist am Zinsen- und Kapitaltilgungsdienst nichts zu ersparen, die Bedienungskosten vertragen auch keine ins Gewicht fallende Ermäßigung ebensowenig Rücklagen und Unterhaltungskosten, die ja nach den Anlagekosten berechnet werden. Es bleibt also nur die Möglichkeit der Beschaffung eines billigeren Betriebsstoffes, der Kohle. Diese darf, wenn die Kohlenkosten 40—45% der gesamten Betriebskosten betragen, nur 0,56—0,63 Pfg./kWh kosten. Bei einem Preis von 2,08 M. für 1 000 000 Wärmeeinheiten würde demnach der Energieaufwand pro kWh auf 2700—3000 WE zurückgehen müssen, wenn die Energiekosten für schwarze und weiße Kohle ausgeglichen sein sollen. Mit obiger Tabelle verglichen, in der ein Mindestaufwand von 5280 WE/kWh verlangt wird, müßte also eine Herabsetzung auf 50—55% des heutigen Aufwandes erreicht werden, was zurzeit vollkommen ausgeschlossen ist.

Bei diesen Berechnungen ist aber ein wichtiger Umstand noch nicht zum Vergleich herangezogen, der die Ueberlegenheit der Wasserkraft am schlagendsten beweist. Bei den Betriebsausgaben für die Wasserkraft ist der am meisten ins Gewicht fallende Teilbetrag für die Verzinsung und Rückzahlung des Anlagekapitals aufzuwenden. Dieser umfaßt bei den heutigen Geldmarktverhältnissen bis zu 70—75% der gesamten Betriebskosten, wenn das Anlagekapital in 20 Jahren zurückgezahlt wird. Nach Ablauf dieser Zeit wird also die Kilowattstunde in Wasserkraftanlagen nur mehr 25—30% der anfänglichen Kosten, also nach obigen 0,35—0,40 Pfg. beanspruchen; bei den Dampfkraftwerken, deren Anlagekosten ungefähr ⅓ der Kosten einer gleichwertigen Wasserkraftanlage betragen,

[4]) Loebinger, Die Auswertung der Braunkohle, insbesondere durch das Schwelverfahren der Kohlenveredelung G. m. b. H., Braunkohle, 1926, H. 6 u. 47.

[5]) Dies wird neuerdings bestätigt in der Abhandlung des Dr.-Ing. H. Schulze, Die wirtschaftliche Reichweite des elektrischen Energie-Großtransports ETZ H. 10, S. 298.

Digitized by Google

werden die Zahlen ungefähr umgekehrt liegen und nach Abschreibung des Anlagekapitals die Betriebskosten vielleicht um 25% zurückgehen. Die Spannung zugunsten der Wasserkraft wird dann sogar ein Vielfaches von der, die wir bereits beim Vergleich von neuen Werken feststellen können.

Auch die Bestrebungen der Fachwelt, die volkswirtschaftlichen Werte, die uns in der aufgespeicherten Sonnenenergie der Kohle gegeben sind, auf anderem Wege als durch Verbrennung in den Kesselanlagen von großen und größten Dampfwerken nutzbar zu machen, wie im Verfahren nach Dr. Bergius oder dem von Loebinger beschriebenen Verfahren der Kohlenveredelung G. m. b. H. empfohlen wird, zeigen, daß man mit deren Ausnutzung allein durch die Verbrennung trotz aller Fortschritte der neuesten Zeit, noch nicht die wünschenswerte wirtschaftliche Verwertung erreicht hat und auf diesem neuen Wege eine bessere Ausnutzung dieses Naturschatzes erhofft. Noch sind diese Verfahren nicht so weit, daß sie Allgemeingut geworden wären und stehen noch mehr oder weniger im Versuchsstadium, so daß die allgemeine Anwendung derselben erst, wenn sie sich im Großbetrieb nach längerer Erprobung bewährt haben, zu erwarten sein wird.

Es dürfte mit diesen Erwägungen wohl der Beweis erbracht sein, daß auch heute noch die Wasserkraft der Kohle und selbst der billigsten Braunkohle an der Grube wirtschaftlich mindestens gleichwertig ist, wenn als Vergleichspunkt nur die Kosten für die kWh herangezogen werden. Volkswirtschaftlich betrachtet ist hingegen die Wasserkraft überlegen und wäre es verfehlt, wenn der Energiebeschaffung aus den Kohlenvorräten bei gleichen Gestehungskosten der Vorzug gegeben würde, um so mehr ist das der Fall, so lange die Wasserkraft billigere Energie liefert. Die Inhaber der Braunkohlenvorkommen werden ihre Anlagen nach Möglichkeit ausbeuten und aus denselben herausholen, was eben nur möglich ist ohne Rücksicht auf das hierdurch bedingte zu rasche Versiegen dieser Kraftquelle, deren Lebensdauer bei dem derzeitigen Abbau kaum mehr als 80 Jahre beträgt, die bei gesteigertem Tempo im Abbau, durch die elektrochemische Industrie noch früher erschöpft sein wird. Dagegen haben wir in der Wasserkraft eine sich selbst stets erneuernde Kraftquelle; außerdem wird, wie schon vorstehend berechnet, nach vollendeter Abschreibung der Anlagekosten der Energiepreis derart billig, daß keine auf Kohle oder anderen Brennstoffen gegründete Kraftanlage imstande ist zu ähnlichen Preisen Energie zu erzeugen. Von diesem weiterschauenden Gesichtspunkt aus betrachtet, sollte nicht nur volkswirtschaftlich, sondern auch privatwirtschaftlich der Ausbau der Wasserkräfte in erster Linie betrieben werden.

Bisher hat man bei der Beurteilung der Ausbauwürdigkeit der Wasserkräfte meist die Versorgung eines mehr oder weniger ausgedehnten Gebietes mit Energie in den Vordergrund der Betrachtungen gestellt. Bei der großen Unregelmäßigkeit des Strombedarfs, zu der für unsere südbayerischen Wasserkräfte noch der Umstand kommt, daß größte Kraftdarbietung und größter Kraftverbrauch zu ganz verschiedenen Zeiten eintreten, ist an eine auch nur einigermaßen erschöpfende Ausbeutung der vorhandenen Energie leider nicht zu denken und bleiben bei allen Wasserkraftanlagen, die nach diesem Gesichtspunkt ausgebaut werden, große Ueberschußenergiemengen unverwertbar. Außerdem ist die wirtschaftliche Reichweite der Fernübertragung begrenzt durch den Wettbewerb der Werke, die auf der Kohlengrube gebaut werden. Wenn auch die Erzeugung der Kraft in den Wasserkraftanlagen billiger ist als in Dampfkraftwerken, so erhöhen Verluste und Kosten der Fernübertragung den Preis bei größeren Entfernungen bis zu einem nicht mehr wettbewerbsfähigen Betrag.

Es liegt deshalb der Gedanke nahe, das Problem so zu lösen, daß man die stark wechselnde Energiedarbietung der Wasserkräfte in erster Linie für die diesem Wechsel sich vorzüglich anpassende chemische Industrie ausnützt und nur einen Teil derselben den Ueberlandnetzen zur Spitzendeckung in den Zeiten des Höchstbedarfes derselben zur Verfügung stellt. In Verbindung damit kann die elektrochemische Industrie die sonst unverwertbare Ueberschußenergie der Ueberlandwerke aufnehmen und verarbeiten, wodurch deren Belastungsfaktor, der bei manchen Werken kaum 30% beträgt, wesentlich aufgebessert würde. Insbesondere soll auf den besonderen Vorzug hingewiesen werden, daß wir in der chemischen Industrie das wohl einzige Mittel an der Hand haben, das gestattet, auch die täglichen, oft recht bedeutenden Belastungsschwankungen der Ueberlandversorgungsgebiete auszugleichen.

Werden die Wasserkräfte nach diesem Gesichtspunkt ausgebaut, so kann einerseits der heute noch unausgenutzte Ueberschuß der staatl. Großwasserkräfte volkswirtschaftlich verwertet werden und außer von den eigentlichen mit Stauweihern, Talsperren oder mit Pumpwerken ausgestatteten Spitzenkraftwerken auch aus den reinen Laufwerken Spitzenstrom ins Bayernwerknetz geliefert werden.

An Verfahren, die sich insbesondere rasch wechselnden Belastungen leicht und sofort anpassen, sind allerdings nicht sehr viele entwickelt. In erster Linie kommt die Wasserstoffelektrolyse in Betracht. Bisher wurde diese noch wenig beachtet, wegen ihres verhältnismäßig hohen Stromverbrauches. Aber auch hier hat der nie rastende Erfindergeist solche Fortschritte gezeitigt, daß heute bei einem Wirkungsgrad von 90 und mehr v. H. die elektrolytische Erzeugung von Wasserstoff bereits in den Wettbewerb mit den alten Verfahren treten kann. Für Wasserkräfte bietet sie den außerordentlichen Vorzug einer fast unbegrenzten Elastizität in der Belastungsfähigkeit, so daß sie sich fast ohne Zeitverlust den größten Belastungsschwankungen anpassen kann. Wasserstoff ist das grundlegende Element der synthetischen Ammoniakerzeugung, die in ihren weiteren Prozessen zum Stickstoffdünger führt.

Vorschläge für Verwertung der aus den Wasserkräften gewinnbaren Energie für Stickstoffdüngererzeugung sind bereits wiederholt gemacht worden, u. a. von Ministerialrat Decker, welcher sagt:[6])

„Die umstrittene Frage, ob die deutsche Landwirtschaft ihren Stickstoffbedarf aus den schon vorhandenen Anlagen decken kann, ist nach dem Urteil der Fachleute endgültig mit nein beantwortet. Soll die deutsche Landwirtschaft auf jene Höhe der Produktion geführt werden, die aus volkswirtschaftlichen Gründen notwendig und technisch möglich ist, so bedarf sie weiterer außerordentlich großer Mengen von Stickstoff. Ihre Herstellung kann, so wird versichert, in Deutschland wirtschaftlich nur in den bayerischen Wasserkräften erfolgen. Diese für die vielleicht zurzeit wichtigste nationale Aufgabe nutzbar zu machen, ist ein ernstes und hohes Ziel."

[6]) Freie Donau, Decker. „Die nächsten Aufgaben der bayer. Wasserkraftverwertung", Mai 1925.

Digitized by Google

Kann somit als erwiesen gelten, daß der Ausbau von Wasserkräften auch heute trotz der gesteigerten Lohn- und Materialkosten und trotz der hohen Verzinsung für Auslandsgeld wirtschaftlich ist[7]) und den Wettbewerb mit der Kohle nicht nur aushält, sondern diese sogar übertrifft, so ist es Aufgabe der maßgebenden Kreise der Volkswirtschaft, den Ausbau der Wasserkräfte und damit die Verwertung dieses Teiles des Volksvermögens zu fördern und zu unterstützen; die Lösung dieser Aufgabe darf und muß noch erwartet werden. (W. 733.)

[7]) Reindl. Zum Ausbau weiterer Wasserkräfte. Statistisches und Wirtschaftliches. Elektrotechnik u. Maschinenbau 1926, H. 4, S. 71.

Neuere Fortschritte im Holzrohrbau.

Dipl.-Ing. v. Holten, Rosenheim.

Der Holzrohrbau steht in Deutschland erst in den Anfängen seiner Entwicklung. Die von Amerika übernommenen Bauarten sind in Deutschland bereits wesentlich gefördert und verbessert worden. Die neue Leitungsbauart ist berufen, gerade in unserer Zeit der äußersten Kapital-Not, wesentliche Ersparnisse an Baukosten beim Bau von Wasserkraftanlagen, Wasserversorgungsanlagen, Fabrikanlagen usw. zu bringen. Da die Lebensdauer dieser Leitungen bei sachgemäßer Projektierung und Verlegung erstaunlich hoch ist, (die Beispiele, daß Leitungen nach der „modernen Bauart" ein Alter von 60 bis 70 Jahren erreichen, sind nicht selten, die alten Deicheln von Wasserversorgungsanlagen erhielten sich oft Jahrhunderte lang) ist die allmähliche Ausbreitung dieser neuen Rohrbauart im Interesse der sparsamsten und vorsichtigsten Anlage des Nationalvermögens nur zur begrüßen.

Erst in den letzten Jahren, durch die Not der Nachkriegsverhältnisse gefördert, werden Holzrohrleitungen in steigendem Maße in Deutschland verwendet, nachdem sie in Amerika und in den nordischen Ländern sich seit Jahrzehnten schon glänzend bewährt haben und, innerhalb ihrer wirtschaftlichen Grenzen, vollkommen gleichwertig neben den Eisenleitungen stehen. Wie groß dort das Vertrauen zu dem neuen Leitungsbaustoff ist, zeigt die Tatsache, daß neue Wasserkraftwerke von der Größe des Walchenseewerkes oder der Mittleren Isar unbedenklich mit Holzrohren ausgerüstet werden. So wurde als jüngstes, in Deutschland bekanntgewordenes Beispiel das Humber-Kraftwerk[1]), New-Fundland, mit einer Ausbauleitung von 100 000 PS mit 7 Holzrohrdrucksträngen von 2,90 m lichter Weite und 5,6 atm Druck ausgerüstet (der Rest des Gesamt-Gefälls von 70 m wurde mit Eisenrohrleitungen aus-

[1]) Elektrojournal 1925, Seite 111.

Abb. 1. Holzrohrleitung 800 mm Durchm., 7,5 atm. Anlage Förchenbach.

Abb. 2. Holzrohrleitung im Felsgelände.

Digitized by Google

geführt) und die Wasserkraftanlage Duluth-Minnesota[2]) wurde mit 3, im vollen Ausbau mit 8 Holzrohrsträngen von 2135 mm lichter Weite ausgerüstet, welche bis zu einem Druck von 4,65 atm beansprucht werden, wobei der Rest des Gefälls von 116 m in Eisen ausgeführt wurde.

Die wesentlichen Vorzüge der Holzrohrleitungen für den Wasserkraftausbau sind: ihr billiger Preis innerhalb der ihnen zukommenden Grenzen, einfacher, keinerlei besondere Vorbereitungen benötigender Transport der Rohrteile zur Baustelle, rasche und einfache Montage, hohes Wasserfortleitungsvermögen, Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen, weitgehende, geradezu ideale Anpassungsfähigkeit an die Geländeformation, siehe Abb. 1 bis 4, daher einfache Rohrtrasse und geringe Erdbewegungen, Unempfindlichkeit gegen unerwünschte Beimengungen des Betriebswassers, wie Sand,

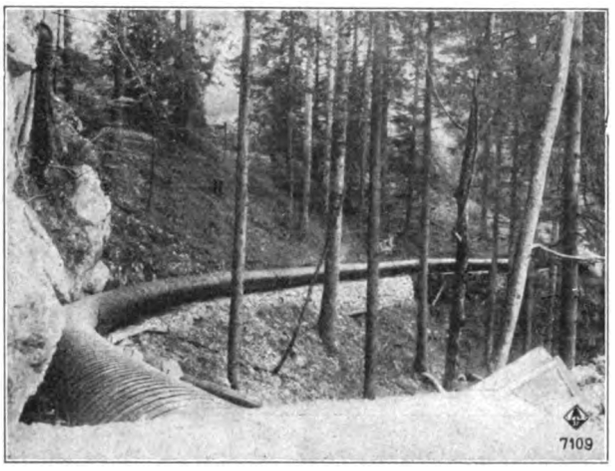


Abb. 3. Holzrohrkrümmung. Anlage Förchenbach.

Kohlensäure, Humussäure usw., Reduzierung der oft sehr teuren Fixpunkte auf ein Mindestmaß und — last not least — sehr hohe Lebensdauer bei richtiger Verlegung und Behandlung.

Wenn trotz dieser unbestreitbaren und in manchen Fällen geradezu unschätzbaren Vorzüge sich der Holzrohrbau in Deutschland nur sehr zögernd einführen konnte, so liegt der Grund in der vorsichtigen, im Grunde genommen doch recht konservativen Denkungsart des deutschen Ingenieurs, in dem an sich verständlichen aber gänzlich unberechtigten Mißtrauen in bezug auf die Haltbarkeit von Holzrohrleitungen und wohl auch zum letzten Ende in der mangelnden Aufklärung und Propaganda.

Und doch ist gerade in den wenigen Jahren, in welchen sich der Holzrohrbau in Deutschland auszubreiten begann, sehr viel geleistet worden und ist insbesondere die wissenschaftliche Durchdringung der Grundlagen und die technische Durchbildung der Konstruktions-Elemente gegenüber den amerikanischen Vorbildern in vielen Punkten ganz wesentlich gefördert worden.

Bei den maschinengewickelten oder Muffen-Rohren wurde bisher, ziemlich genau nach den amerikanischen Vorbildern, die Draht- bzw. Bandeisenbewicklung sowie das Rohr selbst mit einem Schutzanstrich oder, in besonders guter Ausführung mit einem dicken Schutzmantel aus Asphalt und Sand ver-

[2]) Rabovsky: Holzdaubenrohre, Seite 44.

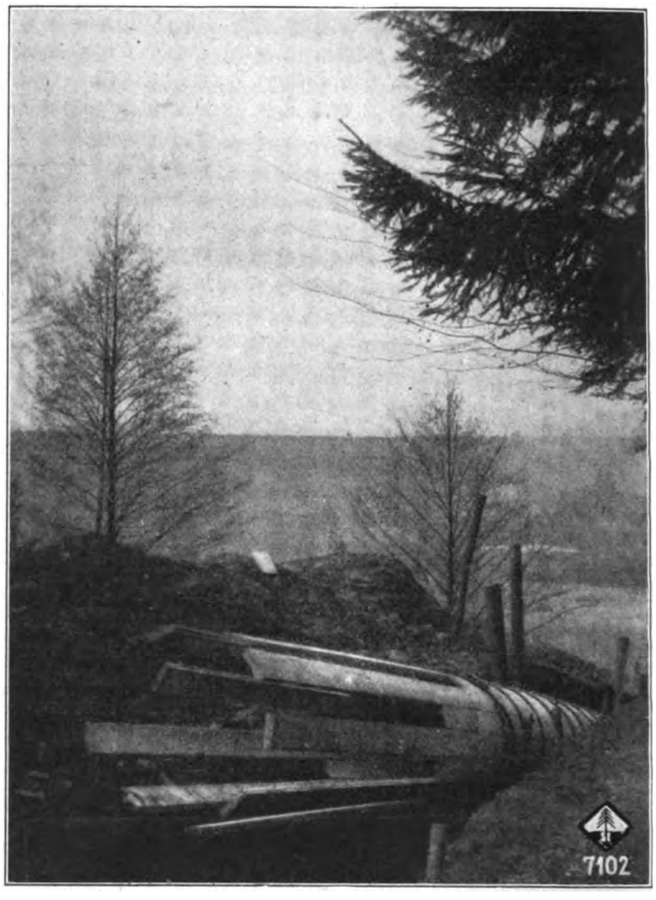


Abb. 4. Holzrohrkrümmung im Bau. Anlage Burghausen.

sehen. Es war klar, daß dieser Schutzanstrich beim Transport und bei der Montage des öfteren beschädigt wurde und daß die Drahtbewickelung an diesen Stellen ohne weiteren Schutz den Einwirkungen der Feuchtigkeit und Bodensäure preisgegeben war. Bei den neueren deutschen Rohren wird durch einen ganz schmalen (daher nicht allzu teueren) asphaltierten Jutestreifen der Schutzanstrich des Drahtes gegen jede Beschädigung auf dem Transport und auf der Montage sichergestellt, (D R. G. M.) Abb. 5.

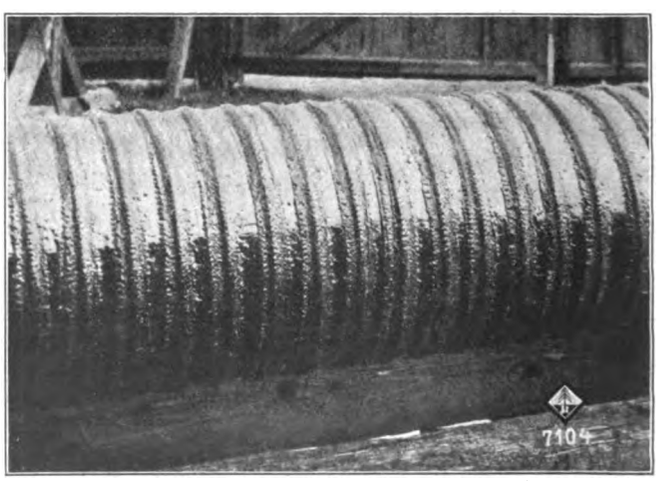


Abb. 5. Holzrohr, 300 mm Durchm. asphaltiert und bejutet.

Digitized by Google

Einen weiteren Fortschritt bedeutet die Einführung von Krümmermuffen für gewickelte und kontinuierliche Rohre (D. R. P. a.) mit welchen es möglich ist, scharfe Krümmungen bis zu einem Krümmungsradius R = 5. D auszuführen, worin R den Krümmungsradius, D den Rohrdurchmesser bedeuten. Insbesondere die Verwendung von hölzernen Hangrohrleitungen, welche sich dem Gelände in allen Windungen und Krümmungen anpassen müssen, ist durch diese Bauart außerordentlich gefördert, da die Leitung jedweder Geländefalte mit einem Minimum an Erdarbeit folgen kann. Die Krümmungen der Rohrachse werden hierbei in die Muffen verlegt, zwischen welchen kurze Rohrstücke eingeschaltet werden, Abb. 6.

Abb. 6. Muffenrohr, 400 mm Durchm. mit Krümmermuffe.

Durch die Auflösung der Krümmung in einzelne, unter sich gleiche, austauschbare Elemente wird die Projektierungsarbeit bedeutend erleichtert, da die Festlegung der Rohrtrace nicht mit einer derart peinlichen Sorgfalt ausgeführt zu werden braucht, wie für eiserne Flanschen Rohre oder für geschweißte Leitungen. Nachträgliche, sich während des Baues als notwendig erweisende Aenderungen der Linienführung sind möglich, ohne daß die Krümmungsstücke abgeändert werden müßten oder gar wie bei Flanschenkrümmern teilweise unverwendbar würden.

Insbesondere wird durch diese Bauart der Ausbau kleiner Hauswasserkraftanlagen in Verbindung mit selbstregelnden Dynamos[3]) gefördert werden, da für diese Anlagen meist die Kosten für eine genaue Geländeaufnahme mit Rohrleitungsplan teils aus mangelndem Verständnis der Besteller, teils wegen der verhältnismäßig hohen Kosten gespart werden müssen. Hier genügt es, wenn die Länge der Leitung, das Gefälle und die angenäherte Gesamtsumme der Krümmungen bekannt ist. Auf Grund dieser ganz summarischen Angaben ist es mit hinreichender Genauigkeit möglich, die Rohrleitung mit der notwendigen Zahl von Krümmermuffen zu liefern. Bei der Montage werden die Krümmungen, dem jeweiligen Bedarf entsprechend, aus den einzelnen Krümmerelementen zusammengebaut, wobei durch Zwischenschalten längerer oder kürzerer Rohrstücke zwischen den einzelnen Krümmermuffen der Krümmungsradius beliebig variiert werden kann.

Ein weiterer Fortschritt im Holzrohrbau liegt in der Reduzierung der Wandstärke. Während die Amerikaner, anscheinend in Unkenntnis der physikalischen Vorgänge bei der Durchtränkung des Holzes mit Wasser, Wandstärken von weniger als 48 mm kaum zur Anwendung brachten, bei größeren Rohrdurchmessern Wandstärken von 72 mm und mehr verwendeten und unmäßig Holz verschwendeten, gehen die deutschen Firmen daran, die Wandstärken immer weiter zu verringern. Schon tauchen Rohre mit 30 mm, selbst mit 25 mm Wandstärke auf. Es ist eine alte Erkenntnis, daß das Holz bei einer dauernden und ausreichenden Durchtränkung mit Wasser sich nahezu völlig immun gegen alle Fäulniserreger verhält. Durch die Verringerung der Wandstärke bis zu einer gewissen Grenze, welche für die jeweiligen Drücke und für die einzelnen Holzarten wieder sehr verschieden ist, wird eine vollkommene Durchtränkung der ganzen Rohrwandung erreicht. Diese Verringerung der Wandstärke bildet daher, neben einer Verbilligung des Rohres, gleichzeitig die Grundlage für eine ganz wesentliche Vergrößerung der Lebensdauer.

Für den Uebergang von Holzrohrleitungen auf Eisenleitungen oder eiserne Rohrleitungsteile (Absperrschieber Krümmer, Hosenrohre oder Verteilrohre) sind besondere Uebergangsstücke notwendig, welche bei kleineren Leitungen in Gußeisen, bei größeren Leitungen in Schmiedeisen ausgeführt werden, Abb. 7. Die Uebergangsstücke sind als Muffenstücke unter Verwendung bewährter Konstruktionselemente aus dem Maschinenbau und Rohrleitungsbau ausgebildet. Sie bewähren sich bei den bisher zur Ausführung gekommenen Drücken bis 8 atm vollkommen einwandfrei.

Die Berechnungs-Grundlagen für die Eisenarmierung von Holzrohren wurden bisher in Anlehnung an die Berechnung schmiedeiserner Rohre durchgeführt, wobei die zusätzlichen Spannungen, welche in den Eisenbändern durch den Quelldruck des Holzes entstehen und die Vorspannung, die durch das Anziehen der Bänder bei der Montage hereingebracht wird, in der Weise berücksichtigt wurden, daß die zugelassene Spannung im Eisen-Querschnitt je nach der Anzahl der Reifen auf dem laufenden m Rohr verschieden hoch gewählt wurde.

Bedeuten: p den Innendruck im Rohr in kg/cm²; d den Durchmesser des Rohres in cm, a den gegenseitigen Abstand der Eisenarmierungen, so ist die Kraft P, welche eine Eisenarmierung aufzunehmen hat:

$$P = \tfrac{1}{2} . p . d . a \text{ kg}$$

und der Querschnitt der Eisenarmierung Q ergibt sich zu:

$$Q = \frac{P}{k_{ze}},$$

Für den Wert k_{ze} wurde vorsichtshalber ein sehr geringer

[3]) Diese Zeitschr. 1925, H. 6, S. 95 und 1926, H. 7, S. 73.

Digitized by Google

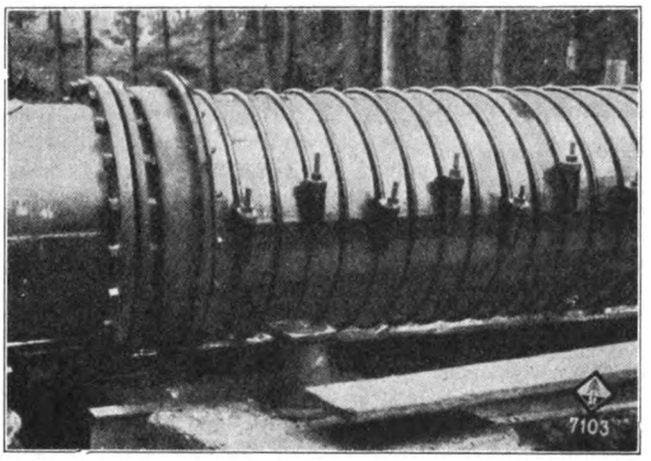


Abb. 7. Übergangsstück von Holz auf Eisen.

Wert eingesetzt. Baurat Baumann empfiehlt für kleine Drücke bis zu 5 atm einen Wert von $k_{ze} = 800$ kg/cm² und für höhere Drücke $k_z = 1000$ kg/cm² einzusetzen. Die Erfahrung zeigte, daß mit diesen Werten ein hinreichend sicheres Holzrohr gebaut werden konnte. Während man nach der Belastungsart der Spannreifen (gleichmäßige, ruhende Belastung ohne Richtungswechsel) eine zulässige Spannung von 1200—1500 kg/cm² wählen könnte, sind die obigen, auf Grund von Erfahrungen gewählten Werte auffallend niedrig.

Bevor man an die genaue Berechnung der einzelnen Spannungen herangehen kann, ist es notwendig, sich ein Bild über die Entstehung dieser Spannungen zu machen. Der Vorgang bei der Montage eines Holzrohrs ist folgender:

Das Rohr wird mit Hilfe von Innen- und Aussenlehren zusammengestellt und dann die Eisenarmierungen im jeweils notwendigen Abstand a herumgelegt und so stark angespannt, bis die sämtlichen Längsfugen des Rohres sich vollkommen geschlossen haben und die Dauben mit einem geringen Vordruck aufeinandergepreßt werden. Das Holz wird in möglichst trockenem Zustande mit einem Wassergehalt von höchstens 10—15 % verarbeitet. Wird nun das Rohr mit Wasser gefüllt, so beginnt das Holz Wasser anzusaugen und versucht sein Volumen zu vergrößern, wobei die Ausdehnung senkrecht zur Faser-Richtung bei unbehinderter Ausdehnungs-Möglichkeit bis zu 6 % (normaler Weise 2—3 %), in der Längs-Richtung 0,018 % betragen kann. Die Eisenarmierung verhindert diese Ausdehnung des Holzes und preßt es auf sein ursprüngliches Volumen zusammen. Die Kraft, welche hierzu notwendig ist, wurde von verschiedenen Seiten bestimmt.

Versuche, welche vom schwedischen Wasserbaubüro an der Material-Prüfungsanstalt der technischen Hochschule in Stockholm angestellt wurden, fanden, daß zur vollkommenen Verhinderung des Aufquellens ein Druck von 10 kg/cm² notwendig war. (Wasserkraft 1923 Nr. 19/20). Deutsche Versuche stellten fest, daß zum Zusammenpressen eines bereits aufgequollenen Holzes auf seine ursprüngliche Breite eine Kraft von 14 kg/cm² nötig ist.

Der verhältnismäßig große Unterschied zwischen den beiden Ergebnissen mag an der verschiedenen Holz-Struktur des nordischen und des deutschen Holzes, in eventuell verschiedenen Trockengraden vor den Versuchen usw. begründet sein. Jedenfalls muß mit einer Größe von 10—12 kg/cm², welche wir als Quelldruck q bezeichnen wollen, gerechnet werden.

Die durch diesen Quelldruck hervorgerufene zusätzliche Spannung P'' mit Eisen beträgt dann:

$$P'' = q \,.\, \delta \,.\, a \text{ kg}$$

worin δ die Stärke der Wandung des Holzrohrs in cm bedeutet. Wird ferner noch die Vorspannung, welche von dem Anziehen der Schrauben bei der Montage herrührt und welche vorerst als konstant angenommen werden soll, mit c bezeichnet, so ergibt sich als Gesamt-Spannung im Eisen:

$$P = P' + P'' + c = a \cdot \left(\frac{p \cdot d}{2} + q \cdot \delta \right) + c$$

Nach einigen Umformungen erhält man:

$$P = Q \cdot k_{ze} \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{q \cdot \delta}{p \cdot d} \right) + 3$$

In diesem Ausdruck stellt $Q \,.\, k_{ze}$ den Wert für die Eisenbeanspruchung dar, welcher notwendig ist, um den inneren Ueberdruck allein aufzunehmen. Der Ausdruck $2 \cdot \frac{q \cdot \delta}{p \cdot d}$ ist das Zusatzglied, welches die Vermehrung der Spannung im Eisen durch den Quelldruck berücksichtigt.

Um ein Bild über die Größe dieses Zusatz-Gliedes zu gewinnen, sei ein praktisches Beispiel angeführt.

Bei einer Leitung von d = 60 cm Durchmesser für einen Innendruck p = 1 atm, sei die Wandstärke $\delta = 3$ cm,

$$\text{dann ist: } \frac{2 \cdot q \cdot \delta}{p \cdot d} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3}{1 \cdot 60} = 1$$

Das heißt: Die im Eisen erzeugte Spannung durch den Quelldruck ist ebensogroß wie jener Anteil der Spannung, welcher den Innendruck allein aufnimmt.

Bei höheren Innendrücken geht der Anteil des Quelldrucks an der Gesamt-Spannung nahezu proportional mit dem Innendruck zurück.

Um die Ausnützung des Eisens zu verbessern, ging man dazu über, die Armierung unmittelbar nach der Füllung der Rohre durch Nachlassen der Spannschrauben etwas zu entlasten. Bei diesem Verfahren ist man jedoch in hohem Maße von der Erfahrung und dem Gefühl der Monteure abhängig. Die Ergebnisse, die man damit erzielte, waren jedoch recht befriedigend. Es ist aber nur bei verhältnismäßig niedrigen Drücken anwendbar. Bei hohen Drücken reicht der Quelldruck allein nicht aus, um die Fugen vollkommen dicht zu schließen. In diesen Fällen muß die Vorspannung c der Eisenarmierung wesentlich vergrößert werden, um gemeinsam mit dem Quelldruck ein dichtes Schließen der Fugen zu erzielen.

Ein besonderes Verfahren vermindert den Quelldruck durch einen kleinen Kunstgriff in der Ausbildung der Dauben-Form auf einen Bruchteil der normalen Größe. (W. 762).

Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26 erscheint Ende August.
Vergl. Inseratenteil letzte Umschlagseite.

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft.

Die Wasserkraftwirtschaft Badens. Die im Juli 1921 gegründete Badische Landeselektrizitätsversorgung A.G., (Badenwerk) in Karlsruhe, deren gesamtes Aktienkapital von 18 Millionen Reichsmark restlos in dem Besitz des Landes Baden ist, bezweckt die einheitliche Energieversorgung des Landes nach den Grundsätzen des Privatbetriebes, also unter Ausschaltung der den Staatsbetrieben anhaftenden verwaltungstechnischen Starrheit, jedoch frei von einseitig privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten und unter weitgehender Steuerfreiheit sowie rechtlicher Bevorzugungen. Das Badenwerk hat vom Lande Baden das Murgwerk mit 20 000 kW Leistung und 67 Millionen kWh Jahreserzeugung erworben, ferner bei Erbersbronn ein Wasserkraftwerk von 900 kW mit 1,5 Millionen kWh Jahresarbeit erbaut und das der Reichsbahn gehörige Wasserkraftwerk im Rheinhafen Kehl mit 800 kW und 6 Mill. kWh Jahresarbeit an sich gebracht. Des weiteren hat es bekanntlich das Murgwerk durch Hinzunahme der Schwarzenbachüberleitung mit einem Stauraum von 14 Mill. m³ und Ausnützung einer Gefällsstufe von 350 m um eine installierte Leistung von 40 000 kW und eine Jahresarbeit von 27,2 Mill. kWh erweitert[1]) und erhöht dessen Leistungsfähigkeit durch die Einleitung der Raumünzach mit einem Jahreszufluß von 44 Mill. m³ um weitere 29,3 Mill. kWh, so daß die Gesamtleistung des Murg- und Schwarzenbachwerkes zusammen 123,5 Mill. kWh Jahresarbeit mit 61 000 kW installierter Leistung beträgt.

Neben den diese Kraftwerke unter sich und mit dem unter 26% Beteiligung des Badenwerkes erstellten Dampfkraftwerk Mannheim in Rheinau bei Mannheim mit 36 000 kW Leistung verbindenden 110-kV-Leitungen und einem umfangreichen Verteilungsnetz in Nordbaden und Südostbaden wird eine im Bau befindliche 110-kV-Leitung vom Hauptumspannwerk Scheibenhardt bei Karlsruhe die Verbindung über Villingen und Laufenburg mit dem schweizerischen Wasserkraftnetz, eine im Bau befindliche 220-kV-Leitung vom Dampfkraftwerk Rheinau zu dem bekannten Goldenbergwerk der R.W.E. (280 000 kW Leistung) den Energieausgleich zwischen Wasser und Kohle, zwischen Bedarf und Darbietung regeln.

Das Badenwerk verfügte Mitte 1925 über 120 km in Betrieb befindlicher 110-kV-Leitungen, 1200 km 20-kV-Leitungen und 500 km Verteilungsleitungen niedriger Spannungen, sowie Ortsnetze in 528 Gemeinden. Die Verbindung mit der Schweiz dient neben dem Ausgleich der Jahreszeitenschwankungen auch der Speisung des Pumpenspeicherwerkes des Schwarzenbachwerkes mit Nachtstrom niedrigem Preises und ermöglicht die Ausdehnung des Stromabsatzes ohne vorerst schlecht belastete und daher wenig wirtschaftliche Wasserkraftneubauten. Für weiterhin ist zugunsten des Landes Baden bzw. dem von diesem bezeichneten Unternehmen das Recht auf eine Beteiligung mit 25% im Ausbau des Oberrheins bei Niederschwörstadt vorgesehen. Dieses Kraftwerk wird bei 80 000 PS Leistung 500 Mill. kWh jährlich erzeugen, wovon die eine Hälfte auf Baden, die andere Hälfte auf die Schweiz fällt. Weiter ist das Projekt des Schluchseewerkes im südlichen Schwarzwald an der 110-kV-Strecke von Laufenberg her in Bearbeitung, dessen Oberstufe bei 204 m Gefälle ohne hydraulische Akkumulierung mit 40 000 kW installierter Leistung 56,5 Mill. kWh liefern wird, mit hydraulischer Akkumulierung bei 72 kW Leistung 126 Mill. kWh zu erzeugen vermag. Ferner besteht ein vertragliches Vorrecht auf die jährliche 35 Mill. kWh betragende Erzeugung des Neckarkraftwerkes Wieblingen.

Der Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf den Durchgangslinien (Frankfurt—Basel und Ulm) Rechnung tragend, hat auch die Reichsbahn im Hinblick auf ihren Bedarf von jährlich 125 Mill. kWh den Antrag auf Beteiligung zum Ausbau und Betrieb der Kraftwerke Niederschwörstadt und Schluchsee gestellt.[2])

Im Lande Baden wurden 1909 bereits etwa 96 000 PS aus Wasserkraft gewonnen. Heute werden rund 200 000 PS Wasserkraftleistung ausgenützt. Aus der Erkenntnis heraus, daß eine Sicherstellung vor etwaigen Störungen in der Kohlenzufuhr durch den Ausbau der Wasserkräfte notwendig sei, ist man bestrebt, die zunächst noch aus Kohle erzeugten 800 Mill. kWh jährlich soweit möglich durch Wasserkraft zu ersetzen.

Der Rhein soll nach den bisherigen Plänen auf der badisch-schweizerischen Gemeinschaftsstrecke vom Bodensee bis Basel in 14 Stufen ausgebaut werden, wovon bisher die vier Stufen Augst-Wyhlen, Rheinfelden, Laufenburg und Eglisau mit einer mittleren Leistung von etwa 165 000 PS und 930 Mill. kWh in Betrieb stehen und an Baden etwa 68 000 PS mit 390 Mill. kWh liefern, während drei weitere Stufen: Niederschwörstadt, Dogern und Recklingen mit zusammen im Mittel 210 000 PS (davon auf Baden 105 000 PS mit 600 Mill. kWh) konzessioniert sind. Die Heranziehung des Bodensees als natürliches Regulierungsbecken wird untersucht. Die deutsch-französische Gemeinschaftsstrecke des Rheins unterhalb Basel wird seitens Frankreich durch einen linksufrigen Schiffahrtskanal mit Kraftgewinnung auf der 110 m Flußgefälle aufweisenden Strecke zwischen Hüningen und Straßburg geplant, deren erste Stufe bei Kembs mit einem badischen Anteil von 175 Mill. kWh zunächst zur Ausführung kommen dürfte.[3]) Im Zusammenhang mit der Nackarkanalisierung sind ebenfalls insgesamt zehn Staustufen mit zusammen 200 Mill. kWh auf der badischen Strecke geplant. Schließlich ist für weitere Zukunft die Mainstrecke von Freudenberg bis Bellingen mit vier Stufen von zusammen 25 Mill. kWh Jahresarbeit in Betracht zu ziehen.

Ueber den ersten Ausbau des Schluchseewerkes wurde schon beim Badenwerk berichtet. Der Gesamtausbau in den drei Stufen, wovon zunächst nur jene erste in näherer Bearbeitung steht, würde bei 250 000 kW Leistung eine Jahresarbeit von 509 Mill. kWh aus der natürlichen Spende und 544 Mill. kWh einschließlich Pumpenspeicherung ergeben.

Neben dem Staat haben auch die Kommunen und Privatunternehmungen den Ausbau der Wasserkräfte wesentlich gefördert. U. a. hat die Stadt Ueberlingen am Bodensee ein Kraftwerk mit einem Speicherraum von 1,4 Mill. m³ und einer Jahresarbeit von 650 000 kWh erbaut, ein zweites ähnliches Werk plant die Stadt Konstanz. Im südlichen Schwarzwald schwebt das Projekt des Elzwerkes mit 560 m Gefälle und des Wildgutachwerkes, beide zusammen 49 Mill. kWh Jahresarbeit ergebend, die durch Pumpenspeicherung um

[1] Die Maschinenanlagen des Schwarzenbachwerkes im Schwarzwald. Von Baurat Treiber. Diese Zeitschrift 1924, H. 1/2, S. 1.

[2] Die Badische Landeselektrizitätsversorgung A.G. (Badenwerk). Stand Sommer 1925. Der Schrift des Badenwerkes, 35 Seiten, mit 17 Abb., einem Netzplan und vier zum Teil zweifarbigen Karten des Murg- und Schluchseewerkes.

[3] Diese Zeitschrift 1926, H. 1, S. 4 und H. 4, S. 39.

Digitized by Google

12 Mill. kWh erhöht werden kann. In diesem Gebiet ist eine Hochdruckstufe, das Zweribachwerk, mit 490 m Gefälle und 2,65 Mill. kWh mit Tagesausgleich ausgebaut.[4]) Die Stadt Triberg plant das Gutachwerk mit 7,5 Mill. m³ Speicherraum und 440 Mill. kWh aus drei Stufen von zusammen 550 m Gefälle. Das erste Talsperrenwerk mit 1,25 Mill. m³ Inhalt hat die Stadt Bräunlingen in Betrieb genommen und bezieht daraus 500 000 kWh jährlich. In dessen Nähe befindet sich die bekannte Vöhrenbachsperre mit 1,5 Mill. m³ im Bau. Die Stadt Villingen will aus dem Eisenbach und aus der Breg 9 Mill. kWh gewinnen. Aus einer Reihe weiterer Projekte von Gemeinden sei ein Talsperrenwerk an der Glotter mit 8 Mill. kWh, ferner Werke am Lierbach und am Langenbach mit 160 bzw. 150 m Gefälle und zusammen 3 Mill. kWh erwähnt. Die Stadt Pforzheim hat einen Entwurf für die Ausnützung der Enz und Nagold mit 40 Mill. kWh Jahresarbeit aufgestellt. In Nordbaden ist die Gegend für größere Speicherwerke weniger geeignet; es sei hier das Itterwerk[5]) des Kreises Mosbach mit 3,8 Mill. kWh erwähnt.[6])

Wasserkraftanlagen.

Neckarkraftwerk der Stadt Reutlingen. Dieses bereits in seinen Grundzügen erwähnte[1]) Niedergefällekraftwerk, welches nach Plänen und unter Mitarbeit von Zivil-Ingenieur Hallinger, München errichtet wurde, ist kürzlich in seinem Niederdruckteil in Betrieb gekommen. Es enthält zwei horizontale Doppelzwillings-Francisturbinen in Haubeneinbau, in versetzter Aufstellung mit einer Leistung von je 895 PS, wobei der eine Maschinensatz noch mit der Speicherpumpe von 800 PS Kraftaufnahme über ein Zahnradvorgelege gekuppelt ist, so daß jede nicht verbrauchte Kraft gespeichert wird.

Der Hochdruckteil der Speicheranlage wird in einigen Monaten fertiggestellt; eine nähere Beschreibung dieses in seinen Einzelheiten interessanten und als Hochspeicheranlage in Württemberg bedeutendsten Kraftwerkes lassen wir dann folgen. (W. 775).

Neues Wasserkraftwerk am Ponalefluß (Gardasee). Von der Provinz Bologna und den Städten Rovereto und Riva wird z. Zt. eine Wasserkraftanlage mit dem Kraftwerk unmittelbar am Gardasee bei Riva errichtet. Es wird hierbei das Gefälle von 590 m zwischen dem Ledro- und dem Gardasee ausgenützt. Das Wasser wird in der Mitte des Nordufers aus dem Ledrosee durch einen Stollen abgeleitet. Der Stollen erhält 6 km Länge und 2 % Gefälle, zwei Schächte mit Abschluß- und Sicherheitsvorrichtungen am Anfang und ein Wasserschloß mit einem Schacht und zwei Speicherkammern in dichtem Fels am Ende. Vom Wasserschloß führen zwei Stahlrohrleitungen zunächst in Fels, dann offen, nach dem Kraftwerk, das vorerst 2, später 3 Maschinensätze von je 25 000 PS erhält. Die Arbeiten haben im November 1924 mit dem Entnahmeschacht und dem Vortriebstollen für den Druckstollen begonnen. Bis Ende September 1925 waren 2,6 km Vortriebstollen fertiggestellt; der Durchschlag in der längsten, 1600 m langen Strecke ist kürzlich erfolgt. Die Rohrleitung und das Kraftwerk werden z. Zt. in Angriff genommen und Anfang 1928 dem Betrieb übergeben. (W. 768). Kra.

[4] Diese Zeitschrift, 9124, H. 24, S. 436.
[5] Eine ausführliche Beschreibung dieses Werkes wird in dieser Zeitschrift noch folgen.
[6] Auszug aus „Badische Energiewirtschaft", Südwestdeutschland, 1926, H. 2.
[1]) Vgl. „Wasserkraft-Jahrbuch 1924" Seite 10.

Wasserkraftmaschinen.

Bremsung der größten Turbine in Holtwood.

(Power 1925, 20. Oktober.)

Die Turbine Nr. 10 der Holtwood-Anlage der Pennsylvania Water & Power Company wurde vor kurzem einer Bremsung unterworfen. Sie ist in einem Raum eingebaut, der ursprünglich für den Einbau von 13 000 PS Zwillingsturbinen vorgesehen war. Die vorhandenen Fundamente wurden so geändert, daß eine Einradturbine von 20 000 PS Leistung bei 18,9 m Gefälle und 94,5 Umdrehungen pro Minute eingesetzt werden konnte. Figur 1 zeigt die Turbine mit Spirale und Moody-Saugrohr.

Die Leistungsmessung wurde elektrisch vorgenommen und die aus dem Prüfprotokoll des Generators bekannten Generatorverluste dazugezählt. Die Gefällemessung geschah durch Piezometerröhrchen am Eintrittsquerschnitt in das Turbinengehäuse. Bei der Berechnung des Gefälles wurde die dort herrschende Geschwindigkeitshöhe addiert. Sinngemäß wurde auch die Geschwindigkeitshöhe am Saugrohraustritt zur Messung des Unterwasserspiegels hinzugefügt.

Die Wassermenge wurde nach der Salzlösungs-Methode von Professor C. M. Allen, Worcester Polytechnic Instituts vorgenommen. Die Salzlösung wird durch ein System von schnell arbeitenden Ventilen eingeführt, welches am oberen Ende der Druckleitung dicht hinter der Schütze eingebaut war. Die „Spritzen" wurden aus einer 100 mm weiten Leitung gespeist, welche von der im Schleusenhaus aufgestellten Druckapparatur (Abb. 2) durch das Entlüftungsrohr der Druckleitung hinunter führte. Acht Paar vertikale Stahlelektroden wurden in gleichmäßigen Zwischenräumen am unteren Ende der Druckleitung aufgestellt.[1])

[1]) vgl. diese Zeit . 924, H. 16, S. 297.

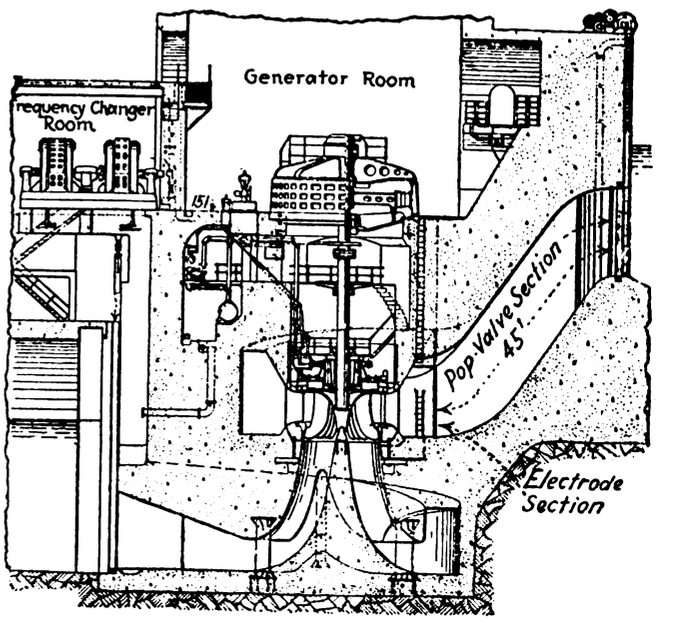


Abb. 1. Anlage Holtwood, 20000 PS, 18,9 m Gef., 94,5 Umdr./Min.

Digitized by Google

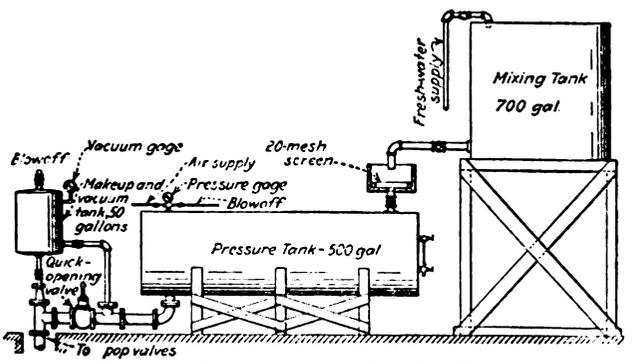


Abb. 2. Vorrichtung zum Einspritzen der Salzlösung.

Erklärung:
Mixing Tank 700 gal. = Mischbehälter 2650 l
Fresh-water supply = Frischwasserzulauf
Pressure Tank 500 gal. = Druckbehälter 1890 l
Blowoff = Entlüftung
Vacuum Tank 50 gal. = Vacuumbehälter 189 l
Quick opening valve = Schnellschlussventil

Jede Elektrode bestand aus zwei 114 mm Stahlplatten, welche durch Isolatoren in einem Abstand von 105 mm gehalten wurden und die ganze Höhe der Druckleitung ausfüllten. Sowohl die Bewegung der Einspritzventile als auch die Veränderung der Leitfähigkeit des Wassers mit Hilfe der Elektroden konnte durch ein schreibendes Amperemeter registriert werden.

Auf dem Papierstreifen wurde mit Hilfe eines Magnetrelais und eines Sekundenpendels die Zeit durch einen überspringenden Funken aufgezeichnet, welcher alle Sekunden ein kleines Loch in das Papier schlug (Punktreihe am oberen Rande des Streifens). Der viereckige Ausschlag A der Schreibfeder stellt die Dauer der Salzeinspritzung dar, während die Kurve B den Durchgang der Salzlösung zwischen den Elektroden angibt. Es wird das Mittel der Ventilöffnungsdauer einerseits und andererseits der „Konzentrationsschwerpunkt" als Begrenzung derjenigen Zeit genommen, die das Wasser zum Durchfließen der Entfernung von Einspritz- zum Elektrodenquerschnitt im Mittel braucht. Die stärkste Konzentration ist identisch mit dem Schwerpunkt der von der Kurve B und der Nullinie eingeschlossenen Fläche. Man muß dann den durch eine exakte Vermessung festgestellten Rauminhalt der Druckleitung durch die Laufzeit dividieren und erhält so den momentanen Wasserverbrauch.

Die Entfernung von Einspritzquerschnitt bis zu den Elektroden betrug nur 13,7 m, so daß die Salzlösung in manchen Fällen in weniger als 5 Sekunden ihren Weg zurücklegte.

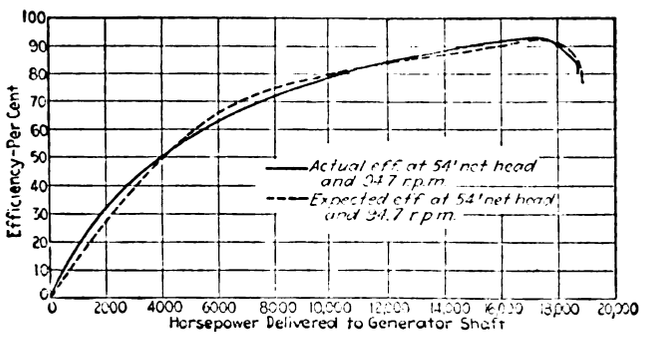


Abb 3. .Wirkungsgrade der Turbine.

Als weitere Schwierigkeit wird die starke Leitfähigkeit des Wassers des Susquehanna River, der in seinem Oberlauf durch Kohlenfelder und Industriegebiet fließt und die gesamten Abfälle dort abführen soll, erwähnt. Diese Schwierigkeit konnte dadurch überwunden werden, daß man außerordentlich große Mengen von Salzlösung einspritzte, nämlich ungefähr 150 Liter pro Einspritzung. Die Untersuchungen wurden bei verschiedenen Gefällen und verschiedenen Leitschaufelöffnungen vorgenommen. Im ganzen wurden 50 Versuche gemacht, von denen einige aus verschiedenen, nicht genannten Gründen bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurden. Bei jedem Versuch wurden zehn Salzeinspritzungen gemacht und während dieser Zeit Generatorleistung, Gefälle und Drehzahl gemessen. Die Leitschaufelöffnung wurde durch Handregulierung konstant gehalten. Figur 3 zeigt die erhaltenen Wirkungsgrade. Bei einer Leistung von 17 200 PS gleich 92% des absoluten Leistungsmaximus wurde ein bester Wirkungsgrad von 92,8% erreicht. Die Leitschaufelöffnung dabei betrug 65,6% der Vollöffnung. Auf ein Gefälle von 16,5 m bezogen beträgt die spezifische Drehzahl im Punkte besten Wirkungsgrades 374, was bei einem Laufraddurchmesser von 3960 mm eine Stichzahl von 92,5 und eine Schluckfähigkeit von 1320 Liter pro Sekunde bedeutet. Der erreichte Wirkungsgrad bei Halblast ist 77%. (W. 643.)

Literatur

Berichterstattung über die Weltkraftkonferenz. Die sämtlichen auf der Weltkraftkonferenz gehaltenen Referate werden zusammengefaßt in drei Sprachen in einem offiziellen Berichtsband vom Verlag Emil Birkhäuser & Cie., Basel, herausgegeben. Der Preis dieser Berichterstattung wird voraussichtlich Schw. Fr. 125.— betragen, bei Vorausbestellung räumt der Verlag einen Nachlaß von 20% ein.

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft.

Die Entwicklung der gesetzlichen Wasserkraft- und Elektrizitätsförderung in der Republik Oesterreich. Vom W.E.W.A., Wien. — Schweiz. Wasserwirtschaft, 1926, H. 3, S. 34—41. — (Entwicklung: Gesetz vom 15. Juli 1920: steuerfreie Abschreibung der Mehrkosten; Wasserkraftförderungsgesetz v. 13. Juli 1921: berücksichtigt die Kapitalsaufbringung durch Obligationen, beschleunigte steuerfreie Abschreibung des verlorenen Bauaufwandes von 75% des Anlagekapitals; die Aufbringung der Kapitalien durch Aktien führt zur Novelle dieses Gesetzes vom 17. Februar 1922; die Erleichterung der Kohlenlage veranlaßte zu einer weiteren Förderung durch das Elektrizitätsförderungsgesetz vom 3. März 1925: Befreiung von der Körperschaftssteuer für 20 Jahre für Wasserkraftanlagen, Wärmekraftanlagen auf inländischer geringwertiger Kohle und für Stromlieferungsunternehmungen unter bestimmt umgrenzten Bedingungen. Erfolge.)

Stand der Wasserkraftnutzung und Elektrizitätsversorgung der Schweiz, Ende 1925. Vom Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes. — Schweiz. Wasserwirtschaft, 1926, H. 2, 22—24. — (Statistische Angaben, vgl. Heft 9, Rundschau, S. 96.)

Digitized by Google

Betriebstechnische Fragen beim Zusammenschluß von Kraftwerken in der Verbundwirtschaft. Von Dir. Ing. Birthelmer. — Elektrotechnik und Maschinenbau, 1926, H. 13, S. 241—247, mit 3 Abb. — (Beispiel der Steweag, 120 000 kW Gesamtleistung. Einfachste Ausgestaltung der Kraftwerke; Leitungsnetze und deren Instandhaltung; Ueberspannungsschutz. Der Betriebs- und Störungsdienst. Strompreisbildung.)

Englands neues Elektrizitätsgesetz. (Electricity Supply Bill 1926). Von Dr. Siegel. — Elektrizitätswirtschaft, 1926, Nr. 408, S. 189—194 und E. T. Z. 1926, H. 20, S. 581—583. — (Entwicklung der engl. El.-Gesetzgebung seit 1882; Entwurf des neuen Gesetzes, „ausgewählte Kraftwerke", deren Rechte und Pflichten, Central El. Board, dessen Tätigkeitsbericht und Finanzwirtschaft; Kritik dieses Amtes mit Verfügungsrechten ohne Verantwortung dafür.)

Wasserbau. Zur Geschiebebewegung in S-förmig gekrümmten Flußläufen. Von Dipl.-Ing. Lüders. — Bautechnik 1925, H. 53, S. 735—743, mit 18 Abb. — (Bisherige Untersuchungen und Versuche; Beschreibung des neuen Versuchsgerinnes in der techn. Hochschule Braunschweig mit 10 m Länge und 1,83 m Breite bei einer Wassertiefe von 3—5 cm und einer Bettbreite von 25 cm. — Strömungsrichtungen, Ablagerungen. Ergebnisse und Vergleiche mit Natur und anderen Versuchen.) —

— Die Rheinregulierung. Von Strombaudir. Langen, Koblenz. „Z. d. V. D. I." 1925, Nr. 47, S. 1453 bis 1458 und Nr. 49, S. 1535—1539, mit 14 Abb. — (Angaben über Niederschlagsgebiete, Wassermenge und Gefälle des Rheinstroms, Beschreibung der die einzelnen Stromstrecken kennzeichnenden Verhältnisse und Ziele der Regulierung, Darstellung der ausgeführten Regulierungsmaßnahmen und Erfolge.)

— Ueber den Bau von Druckwasser-Leitungsstollen im Gebirge. Von Ziv.-Ing. A. Feller, Zürich-Wollishofen. „Bauing." 1925, Heft 32, S. 912 bis 915, mit 9 Abb. — (Beschreibung der Aufgaben des Stolleningenieurs an Hand von Beispielen, Ueberwinden des Gebirgsdruckes, Verhüten des Wasserverlustes, systematische Abdichtung und Entwässerung, Drainage.) —

— Die selbsttätige Wehranlage beim Black Canyon Staudamm. Die Bautechnik 1925, Heft 55, S. 778—780, mit 5 Abb. — (Sektorwehr — ähnliches, als Trommelwehr bezeichnetes Wehr von vier Oeffnungen zu je 19,5 m l. W. für 1130 m³/Sek. mit Bewegung durch inneren Wasserdruck; Steuerungseinrichtung.) —

— Weitere Angaben über den Bruch der Druckrohre der Moccasin-Creek Wasserkraftanlage. Eng. News Record Vol. 95 Nr. 17 v. 22. 10. 25, S. 666/67, mit 3 Abb. — (Bei der genannten Hochdruckanlage des Hetch Hetchy Projektes der Stadt San Francisco brach am 30. 6. 25. zunächst eines der vier Rohre von 1,42 m Durchmesser infolge Wasserschlags, weil ein Turbinenschieber ohne vorherige Betätigung des Entlastungsumlaufes geöffnet wurde. Ein weiteres Rohr brach erst etwa 10 Minuten später vermutlich infolge des nun einsetzenden übereilten Turbinenabschlusses! Ein drittes Rohr bekam Risse, zum Teil auch durch geschleuderte Metallsplitter (!). Da die Motoren der Drosselklappen am oberen Ende der Rohrbahn noch nicht montiert waren, konnte der Wasserausfluß erst nach 1¼ Stunden zum Stehen gebracht werden, weshalb auch die Generatoren im Krafthaus stark gelitten hatten. Die Rohre wurden nach Auswechslung bzw. Schweißung der beschädigten Stellen wieder in Betrieb genommen. Die Rohre waren vor dem Bruch mit 50% Ueberdruck abgepreßt worden, wobei Spannungen von 1100 kg/cm² ohne Schaden erreicht wurden.

Wasserkraftanlagen.

Das Kraftwerk Amsteg der S.B.B. II. Hochbaulicher Teil. III. Maschinenanlage. Von Arch. Nager und Ing. Croce. — „Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 87, H. 13, S. 170—174; H. 15, S. 194—198; H. 16, S. 207—211; S. 17, S. 215—219; H. 18, S. 234—235, mit 47 Abb. (Grundlegende Forderungen für den Entwurf und allgemeine Anordnung. — Die Maschinenanlage: Zwillings-Peltonturbinen von je 14 300 PS unter 275 m Gef. mit 333⅓ Umdr., 1860 mm Strahlkreis-Durchm., Regulierung mit selbsttätiger Einrückung der Handregulierung und Signal bei Reglerstörungen; Prüfungsergebnisse, η = ca. 83%; Vergleich der Wassermessungen mit Flügel, Freese-Ueberfall und Salzlösungsmethode. — Die Generatoren: 5 Einphasengeneratoren je 10 000 kVA dauernd bei cos φ = 0,75, Temperaturkontrolle an 2 Wicklungsstellen. 1 Drehstromgenerator. — 6 Transformatoren von je 10 000 kVA. Nebenanlagen. — Die Schaltanlage: Kommandoraum, Hochvoltanlagen, eigener Oszillographenraum für oszillograph. Betriebsaufnahmen, Eigenverbrauchsanlage, Wasserwiderstand. Kosten: fertig install. schw. Fr. 860 je kW.)

Wasserkraftanlage im ligurischen Apennin für das Elektrizitätswerk von Genua. „Der Bauing.", 1926, Heft 9. S. 176—177, Forts. folgt. 5 Abb. (Beschreibung der 7500 PS-Anlage, bestehend aus Stausee, Sperrmauer, Entnahmebauwerk, Druckstollen, Wasserschloß, Druckrohrltg. u. Kraftwerk. — Einzelangaben über die Schwergewichtssperrmauer.)

Zur Frage der Eisabführung an Wehren. Von Oberbaurat Geiße, Hannover. „Bautechnik", 1926, Heft 5, S. 60—61. (Besprechung der gut bewährten Eisabführung am Weserwehr bei Döverden, bestehend aus 16 m langen Segmentwehren mit Versenkwalzen der MAN. mit Eisklappen. Behandlung der Eiler'schen Eisklappe.)

Moderne amerikanische Wasserkraftanlagen Henry Fords. Von Dipl.-Ing. Lüchinger. — „Schw. Bauztg.", 1926, Bd. 87, H. 18, S. 229—234, m. 10 Abb. (Beschreibung der Anlagen: Flat Rock mit 2 Nagler-Propellern für H = 3,30—1,20 m, Q = 40 m³/sec bei H. = 2,30 m und N = 510 PS; n = 80; n_s = 641; η = 86,5%. — Green Island mit 4 Nagler-Propellern für H = 5,20—1,20 m, N = 2030 PS bei H = 3,96 m, n = 80; D_1 = 4,00 m; n_s = 580—810; je 1 Drehstromgenerator 800 kVA und 1 Gleichstromgenerator 1000 kW auf gleicher vertikaler Welle; diese beiden Kraftwerke mit Spiralkammern mit hochgesaugtem Wasserspiegel und Hydrancone-Saugrohren. — Twin City mit 4 Francis-Schnelläufern für H = 10,36 m; N = 4560 PS; n = 100; n_s = 363; η = 90,7%. — Trou Mountain mit 3 Francis-Schnelläufern für H = 9,14 m; N = 3245 PS; n = 120; n_s = 430; η = 91%; — allgemeine Gesichtspunkte: gefälliges Aeußere, sorgfältige Maschinendisposition zwecks geringster Bedienung.)

Technisches und Wirtschaftliches von

Digitized by Google

Kleinwasserkräften. Von Dipl.-Ing. Kammerer. — „Z. d. bayer. Revisionsvereins", 1926, H. 8, S. 104—107 und H. 9, S. 113—115, m. 8 Abb. (Bedeutung der Kleinwasserkräfte bes. für Bayern; Wirtschaftliche Grundlagen und Betriebskosten-Diagramm; Speicherung und Abfallenergie-Ausnützung; Parallelarbeiten; Beispiele unzweckmäßiger Ausführungen von Anlagen und Turbinen; Schutz gegen Eis und Schwemmsel; automatische Anlagen.)

Buchbesprechungen

Die Wasserbaulaboratorien Europas, Entwicklung, Aufgaben, Ziele. Unter Mitwirkung von M. Carstanjen, H. Engels, W. Fellenius, Ph. Forchheimer, J. R. Freemann, M. Grantz, H. Krey, W. Krüger, M. Möller, Th. Rehbock, Fr. Schaffernak, A. Schoklitsch, F. W. O. Schulze, A. Smrček, D. Thoma, V. E. Timonoff, R. Winkel, im Auftrage des Vereins Deutscher Ingenieure, herausgegeben von G. de Thierry und C. Matschoß. Din. A 4; 430 Seiten mit 512 Abbildungen, 6 bunten und 3 schwarzen Tafeln. 1926, Preis in Ganzleinen geb. RM. 50.— (V. D. I.-Verlag, G. m. b. H., Berlin).

Wie auch John R. Freemann als einer der angesehensten Wasserbauer Amerikas in seiner Einleitung zu diesem Werke schreibt, ist die Hydrodynamik einer der schwerverständlichsten und schwierigsten Zweige der angewandten Mathematik und in vielen Stücken den praktischen Bedürfnissen nur aufzuschließen durch umfangreiche Versuche, bei welchen ein angeborener Sinn für Mechanik, Geduld und Liebe zum Experimentieren und Logik der Schlußfolgerungen die Grundlage ist. Dieser schon auf Galilei, vielleicht sogar bis auf Archimedes zurückgehende beobachtende Zweig der Naturwissenschaft (im weitesten Sinne) ist in Deutschland zu einer auch vom Ausland anerkannten Vollkommenheit und Folgerichtigkeit entwickelt worden und ohne Rücksicht darauf, daß manchmal über das vermeintliche Tasten durch Versuche schief geurteilt wurde. Ein Teil der Aufgabe des Buches ist es, dazu beizutragen, daß das wasserbauliche Versuchswesen (und damit eng zusammenhängend das Versuchswesen im Wasserkraftmaschinenbau) nicht als blindes Tasten, sondern als systematische Verfolgung bestimmter Probleme erkannt wird. Der Verein Deutscher Ingenieure hat das vorliegende, nach Inhalt und Ausstattung prächtige Werk auch mit zu diesem Zweck geschaffen, neben dem anderen Zweck, durch Veröffentlichung der Einrichtungen bemerkenswerter Versuchsanstalten, deren Arbeitsmethoden und Erfolge anzuleiten zur immer steigenden Vervollkommnung des wasserbaulichen Versuchswesen, dessen praktische Bedeutung auch darin liegt und von Engels in seinen Ausführungen über den Wert der Modellversuche unterstrichen wird, daß durch zweckmäßige Versuche bei großen Bauausführungen sehr erhebliche materielle Gewinne erzielt und anderseits Mißerfolge vermieden werden. Ein auf gut Glück entworfenes Bauwerk versagt entweder, dann hat es sich nach der allgemeinen Bezeichnungsweise nicht bewährt; oder es versagt eben nicht, dann hat es sich, wie man sagt, bewährt; ob letzteren Falles aber wirklich die zweckmäßigste und billigste Lösung getroffen wurde oder ob nicht noch eine bessere und sparsamere Lösung möglich wäre, ist damit nicht festgestellt. Die technisch und wirtschaftlich günstigste Lösung zu finden ist Sache des systematischen Versuches, da uns heute in vielen Fällen die analytische Behandlung noch nicht mit Sicherheit möglich ist.

Die wertvolle Einführung von Freemann, der auch die Anregung zu dem Buche gab, verbreitet sich über die geschichtliche Entwicklung des Wasserbauwesens und über bemerkenswerte amerikanische Versuche und Anlagen im Werdegang dieses Wissenszweiges.

Nach dem schon erwähnten Abschnitt von Engels über die geschichtliche Entwicklung in Europa und den Wert solcher Versuche behandelt Winkel ausführlich die Frage der Modellähnlichkeit und der Grenzen der Uebertragbarkeit auf große Maßstäbe. Den weitaus größten Teil des Werkes nehmen dann die Beschreibungen der Wasserbauversuchsanstalten der technischen Hochschulen zu Braunschweig (Möller), Dresden (Engels), Karlsruhe (Rehbock), Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin (Krey und Winkel) ein, an welche sich die Beschreibungen der Versuchsanstalten in Graz (Forchheimer und Schoklitsch), Darmstadt (Carstanjen), Leningrad (Timonoff), Marinewerft Wilhelmshafen (Krüger), Charlottenburg (Grantz), Wien (Schaffernak), München (D. Thoma, Brünn (Smrček), Stockholm (Fellenius) und Danzig (Schulze) anschließen. Bei den meisten wird an der Hand eingehender Einrichtungspläne und durchwegs mit guten Schaubildern eine genaue Beschreibung der festen und beweglichen Laboratoriumseinrichtungen gegeben. Besonders wertvoll sind die vielen näher beschriebenen ausgeführten Versuche und die prachtvollen Darstellungen ihrer Ergebnisse, welche zum Teil in den Grundzügen an anderen Stellen veröffentlicht, zum Teil hier erstmals vorgeführt sind und zeigen, mit welcher Gründlichkeit die oft scharfsinnig erdachten Hilfseinrichtungen Einblicke in die Vorgänge der Strömungen, des Geschiebetransportes usw. geben.

De Thierry zieht in einem Schlußwort die Folgerungen aus den bisherigen Erfahrungen hinsichtlich eines Zusammenarbeitens aller Anstalten, hinsichtlich des Versuchsbetriebes für Unterricht, für Forschung und für praktische Versuche als die 3 Zweige der Wissenschaft, und für empfehlenswerte Gesichtspunkte beim Ausbau und bei der Einrichtung neuer Laboratorien.

Das Buch muß auf seinem Gebiete bahnbrechend durch seine Reichhaltigkeit und durch die Zusammenfassung alles bisher Geleisteten in einheitlichem Rahmen bezeichnet werden. Es gehört vielleicht mit zu den verdienstvollsten literarischen Gaben des Vereins Deutscher Ingenieure. (W. 776).

Ing. C. Reindl.

Hebezeuge. Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper. Dritte erweiterte Auflage, bearbeitet von Privatdozent Dr. Fritz Schmidt, Berlin. Mit 75 Abbildungen im Text, 112 Seiten stark, Sammlung aus Natur und Geisteswelt, Verlag von B. G. Teubner, 1923. Preis gebunden RM. 1.60.

Das in dritter Auflage erschienene Vatersche Büchlein über Hebezeuge wird der Absicht der Sammlung aus Natur und Geisteswelt, eine Einführung für den Unterricht an technischen Schulen oder für den Selbstunterricht des Laien zu bieten, wie alle Vaterschen Lehrmittel ähnlicher Art in anerkannt treffender Weise gerecht.

Der behandelte Stoff umfaßt die Hebezeuge im eigentlichen Sinne, sowie die Wasser- und Luftpumpen. An Hand guter Prinzipskizzen wird die Wirkungsweise dieser Arbeitsmaschinen nach der physikalischen und technischen Seite hin erläutert, werden die rechnerischen Grundlagen der Leistungs- und Wirkungsgradermittlung mittels einfacher Zahlenbeispiele gegeben.

Der erste Teil des Büchleins umfaßt die Hebemaschinen und

Digitized by Google

Krane. Die Elemente derselben, der Hebel, die Rollen, die Seiltrommel, die Zahnradübersetzung, weiter die schiefe Ebene, die Lasthebung durch die Schraube und durch die Schnecke mit Schneckenrad, endlich der Betrieb von Hebezeugen mit Flüssigkeitsdruck und mit Elektrizität werden klar erläutert und ihre Anwendung im Kranbau gezeigt. Gegenüber der zweiten Auflage ist dieser Teil durch einen Abschnitt über Gesperre und Hebezeugbremsen erweitert.

Der zweite Teil bringt die zahlreichen Bauformen der Wasserpumpen, der Kolbenpumpen, der zu immer größerer Bedeutung gelangenden ein- und mehrstufigen Zentrifugalpumpen und die in gewissen Fällen Anwendung findenden Wasserförderungsmittel besonderer Bauart, nämlich den Pulsometer, die Giffardsche Dampfstrahlpumpe der Druckluft und die Humphrey-Gaspumpe, welche sämtlich hinsichtlich ihrer Betriebsweise und Eigenschaften besprochen werden.

Der dritte Teil befaßt sich mit den Arbeitsmaschinen zur Verdichtung oder Verdünnung von Luft und Gasen, welche als Kolben-, Turbo- oder Strahlpumpen ausgeführt werden. Die theoretische Seite dieser Luftpumpen wird ausführlich erklärt, die bauliche nur kurz gestreift.

Die sprachliche Darstellung und die zeichnerischen Erläuterungen des Büchleins sind sehr klar und auf Jahrzehnte langer Lehrerfahrung des leider zu früh verstorbenen Verfassers aufgebaut. Die durch Dr. Fritz Schmidt vorgenommene Neubearbeitung trägt den Neuerungen auf diesem Gebiete Rechnung. Angeregt sei für die Zukunft die Beigabe einiger typischer, der neuzeitlichen Technik entnommener Bilder von Hebezeugen, Wasser- und Luftpumpen, zweckmäßig je einer kleinen und einer besonders großen Ausführung unter Angabe der Leistung. Dem ausgezeichneten Büchlein ist weite Verbreitung im Kreise der Lernenden und der Betriebstechniker sicher.

(W. 742) Professor Georg Lotter, München.

Der Eisenbeton, seine Berechnung und Gestaltung. Von Rudolf Saliger, Dr.-Ing., ord. Prof. an der Techn. Hochschule in Wien usw. 5. Auflage. Verlag von Alfred Kröner, Leipzig, 1925. Preis broschiert M. 24.—.

In dem vorliegenden, bereits in der fünften Auflage erschienenen Werk ist die Einteilung und der Aufbau wie früher beibehalten. Die jetzige Ausgabe umfaßt 635 Seiten mit 480 Abbildungen und 136 Zahlentafeln und ist in drei Hauptteile eingeteilt: 1. Baustoff, 2. Festigkeitslehre und 3. Gestaltung. (Bauliche Eigentümlichkeiten des Eisenbetons — Durchlaufträger, Platten, Bogen, Kuppeln, Rahmen — Verschiedene Anwendungsformen). Im Anhang sind die neuesten Bestimmungen für Eisenbetonbauwerke und Druckversuche veröffentlicht. Viele Abschnitte sind gegenüber früher von dem Verfasser, der als Hochschullehrer, Forscher und praktisch tätiger Ingenieur bestens bekannt ist, auf Grund seiner großen, gesammelten Erfahrungen wesentlich verbessert und erweitert. Dies gilt insbesondere von der Bemessung für Biegung und für ausmittige Längskraft. Die Querschnittsberechnung des Rippenbalken ist insofern vervollkommnet, als nunmehr jedes Probieren entbehrlich wird. Weiter sind die neuesten Forschungen über den Baustoff, über Platten und Balken berücksichtigt. Neue Zahlentafeln für Querschnitts- und Spannungsberechnungen sowie Abbildungen bringen eine vorteilhafte Ergänzung. Für den in der Praxis stehenden Ingenieur bieten auch die Angaben über die Ergebnisse der neuesten Forschungen und Versuche auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues wertvolle Anhaltspunkte. Verfasser und Verlag dürfen gewiß sein, daß die fünfte Auflage, bei der ebenfalls wieder die folgerichtige Gliederung und schlichte Darstellung besonders hervorgehoben werden muß, dieselbe Anerkennung wie ihre Vorgängerinnen findet. (W. 710.) Kra.

Vereine — Versammlungen.

Die internationale Gesellschaft für Photogrammetrie wird in den Tagen vom 22. bis 25. November d. J. ihre Generalversammlung als internationalen wissenschaftlichen Kongreß in den Räumen der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg veranstalten. Die Bedeutung der Photogrammetrie für die Landesaufnahme und für Ingeniervermessungen, insbesondere als Stereophotogrammetrie bei bergigem Gelände, ferner für die Architekturvermessung (Staatliche Meßbildanstalt), Körper-, Kriminal- und Röntgenvermessungen, sowie für die Vermessung von Meereswellen und dergleichen hat sich durch zahlreiche Arbeiten erwiesen. In letzter Zeit ist das wichtige Gebiet der Landesaufnahme vom Luftfahrzeug sowie die Luftbildmessung hinzugekommen. Es ist beabsichtigt, bei diesem Kongreß durch eine allgemein zugängliche Ausstellung einen Ueberblick über das Gesamtgebiet der Photogrammetrie zu geben, sowie in einigen allgemein verständlichen Vorträgen Aufklärung über die verschiedenen Fragen der Bildmessung und der Luftbildverwendung zu bringen. Für Fachleute und Freunde der Photogrammetrie sind Sondervorträge, Berichte über die Arbeiten im Ausland und Besichtigungen verschiedener Institute vorgesehen. Interessenten können näheres durch Regierungsrat Koerner, Berlin-Halensee, Karlsruherstraße 1 erfahren. (W. 777).

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 27. 7. 1926.

84c, 1. S. 65 718. Siemens-Bauunion G. m. b. H., Kommandit-Ges., Berlin. Verfahren zum Absenken des Grundwassers. 11. 4. 24.

84c, 2. G. 60 631. Guéave Grimaud, BouiJé-Courdault, par Oulmes, Frankr.; Pfahl aus bewehrtem Zement. 5. 2. 24. Frankreich 9. 2. 23.

84c, 2. S. 65 014. Société anonyme des anciens Etablissements E. Zublin & Cie., Straßburg; Vorrichtung zum Herstellen von Ortpfählen. 7. 2. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 3. 8. 1926.

27c, 12. S. 62 999. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Pumpe, bei der ein Schaufelrad mit einer Hilfsflüssigkeit in einem innen ovalen Gehäuse kreist. 30. 5. 23.

27c, 13. A. 46 837. A. G. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich. Dämpfungsvorrichtung für ein Drosselventil. 19. 12. 25. Schweiz 10. 12. 25.

60, 15. 430 544. Firma Neufeldt & Kuhnke, Kiel. Vorsteuerung für hydraulische Servomotoren. 14. 9. 23. N. 22 448.

84d, 2. 430 546. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Trockenbagger mit ortsveränderlich einstellbarem Gegengewicht. 17. 11. 23. L. 58 967.

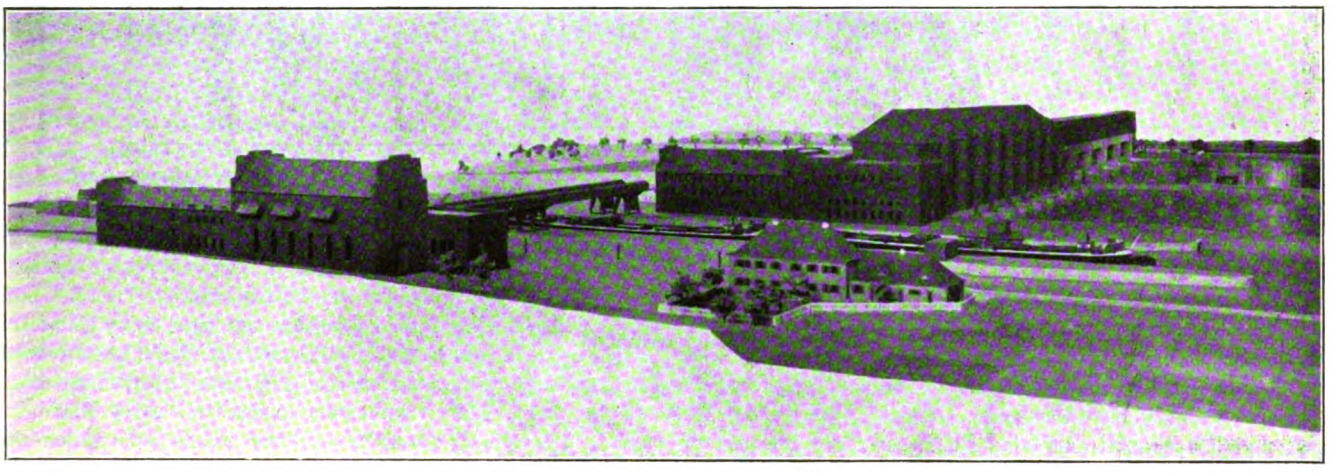
Digitized by Google

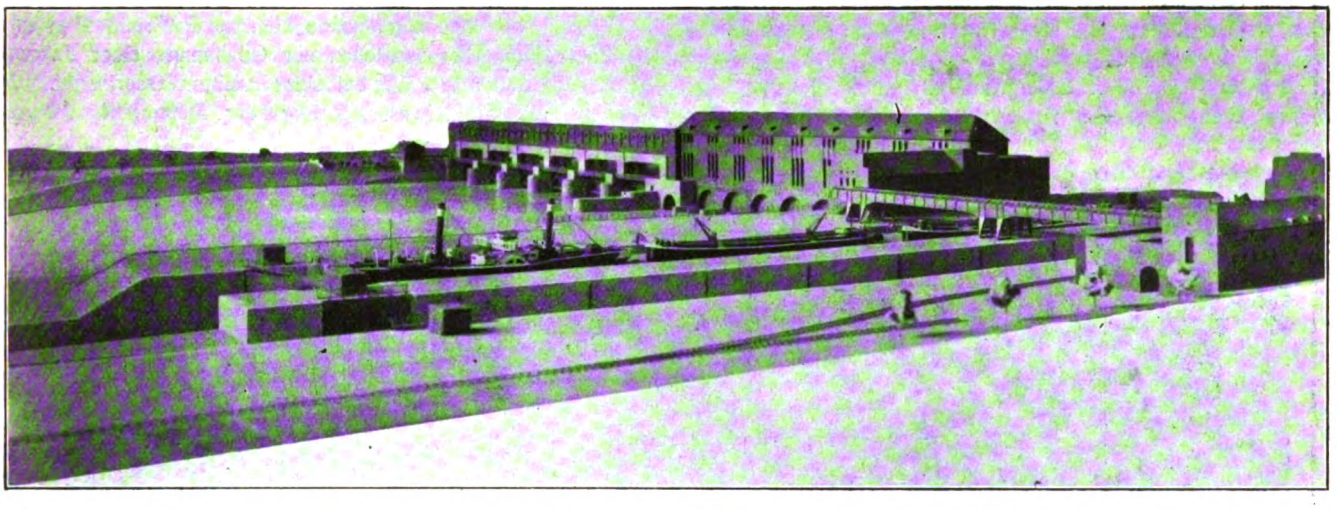
Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 14 | **München, 15. Juli 1926** | **21. Jahrgang**

VOM KACHLETWERK.





Modell des Kachlet-Werkes auf der Baseler Ausstellung.
M. = 1 : 100.

Die Bedeutung der Stauanlagen im Donaukachlet als einzige Schiffahrtsschleuse im Donaulauf und zugleich als größte in Deutschland mag einen kurzen Blick auf die Gesamtanlage rechtfertigen. Wenn auch die jährliche Verkehrsleistung auf der bayerischen Donaustrecke heute verhältnismäßig gering ist, so liegt das nicht allein an dem bisherigen Fehlen einer durchgehenden Großschiffahrtsverbindung vom Nordwesten zum Südosten Europas, dessen Schlußstück der langsam von beiden Enden her wachsende Main-Donau-Weg von Aschaffenburg nach Regensburg ist, sondern auch im Hindernis des Donaukachlet, das bei niedrigen Wasserständen trotz der früheren Regulierung noch einer Großschiffahrt ernstliche Schwierigkeiten bietet. Der etwa 30 km lange Durchbruch der Donau durch den Gneis des Bayerischen Waldes enthält

Digitized by Google

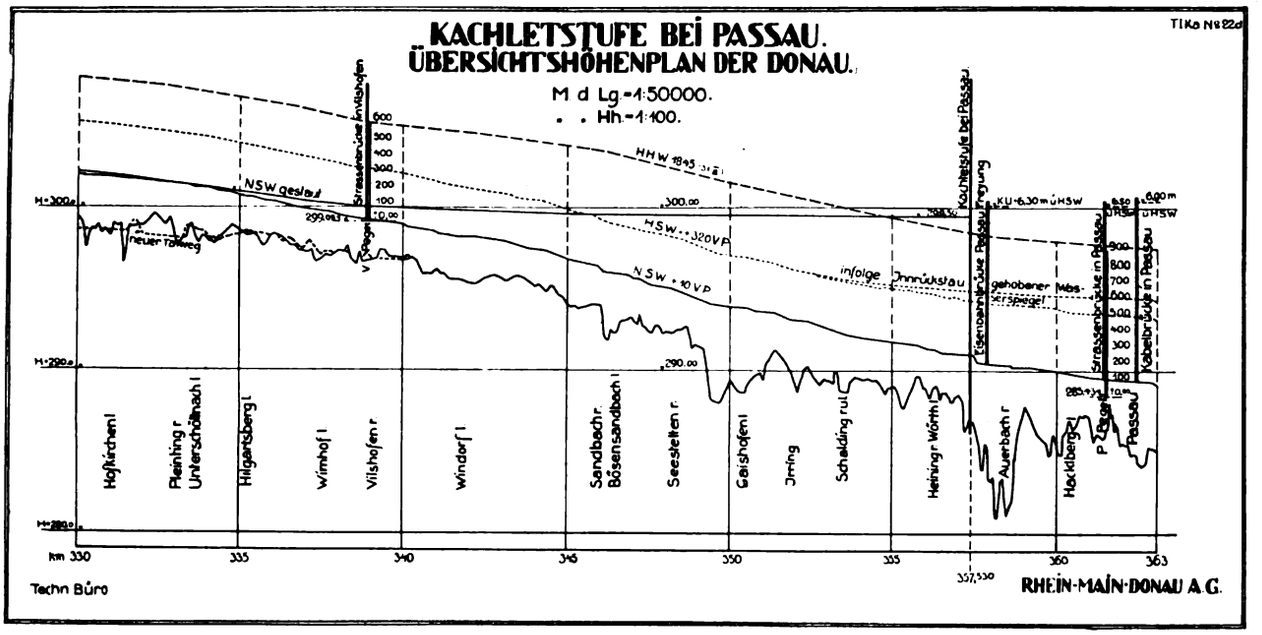


Abbildung 1. Höhenplan der Kachlet-Strecke.

in seinem unteren Teil eine Aufeinanderfolge von tiefen Kolken mit Felsriegeln und Klippen, welche dieser Strecke den Namen Kachlet, das „Zerhackte", gegeben hat. Wenn auch früher schon die Flußstrecke durch Fahrwasserregulierung und Sprengungen auf eine Fahrwassertiefe von 1,4 m und eine Breite von 42 m gebracht wurde, so reicht dies für eine Groß-Schiffahrt bei den rasch wechselnden Wasserständen der Donau in keiner Weise aus und eine durchgreifende Verbesserung bis auf 2,0 m Tiefe und 80 m Breite des Fahrwassers bei N.S.W. war nur durch Einstauen der ganzen Hindernisstrecke zu erreichen. Die Kachlet-Anlage sieht zufolge Abb. 1 einen Aufstau um rund 9 m Höhe am unteren Ende des Kachlet vor, wodurch das Flußbett rund 20 km weit eingestaut wird. Für den Schiffahrtsbetrieb mußte eine Schleppzugs-Doppelschleuse mit zwei Kammern von je 230 m Länge und 24 m Breite geschaffen werden zur Aufnahme je eines Schleppzuges aus einem Seitenraddampfer und 4 paarweise gekuppelten Kähnen von je 1200 t.

Zugleich war das entstehende Gefälle von rund 9 m zur Kraftausnutzung heranzuziehen zur Gewinnung einer Jahresarbeit von 250 Mio kWh bei einer Ausbauwassermenge von 700 m³/Sek. (Mittelwasserführung der Donau) bis herab

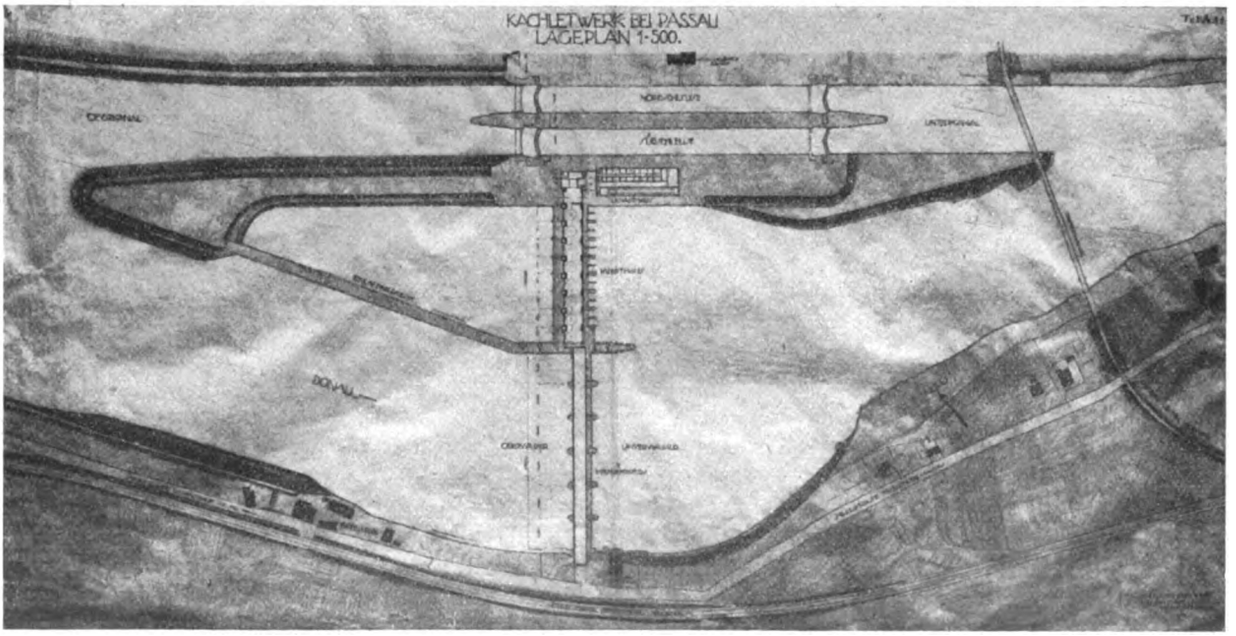


Abbildung 2. Lageplan des Kachletwerkes.

Digitized by Google

unter 300 m³/Sek., wogegen ein Hochwasserdurchlaß von 6000 m³/Sek. zu rechnen war.

Nach einer Bauzeit von bisher 3 Jahren und mit einem Arbeiterstand von bis zu 2000 Mann ist die Gesamtanlage soweit gefördert, daß vor einem Jahre die südliche Schleusenkammer in Betrieb genommen werden konnte, als der Fortgang des Wehrbaues die Durchfahrt durch die Baustelle nicht mehr gestattete. Im Herbst dieses Jahres wird noch die Turbinenmontage beginnen und die Stromlieferung wird voraussichtlich in der zweiten Hälfte 1927 erfolgen können.

Das Stauwehr (Abb. 3) mit 175 m Gesamtlänge ist als Schützenwehr mit M.A.N.-Doppelschützen von je 25 m lichter Weite der 6 Oeffnungen ausgeführt. Die Windwerke zur unabhängigen Betätigung der oberen und unteren Schützentafeln sind in einem gedeckten Wehrüberbau angeordnet. Gegenwärtig ist die Montage der Schützen in den fertigen 4 Oeffnungen im Gange; der letzte Wehrpfeiler, der bis zur Inbetriebnahme der Schleuse die Schiffahrtsöffnung nicht verlegen durfte, wird fundiert.

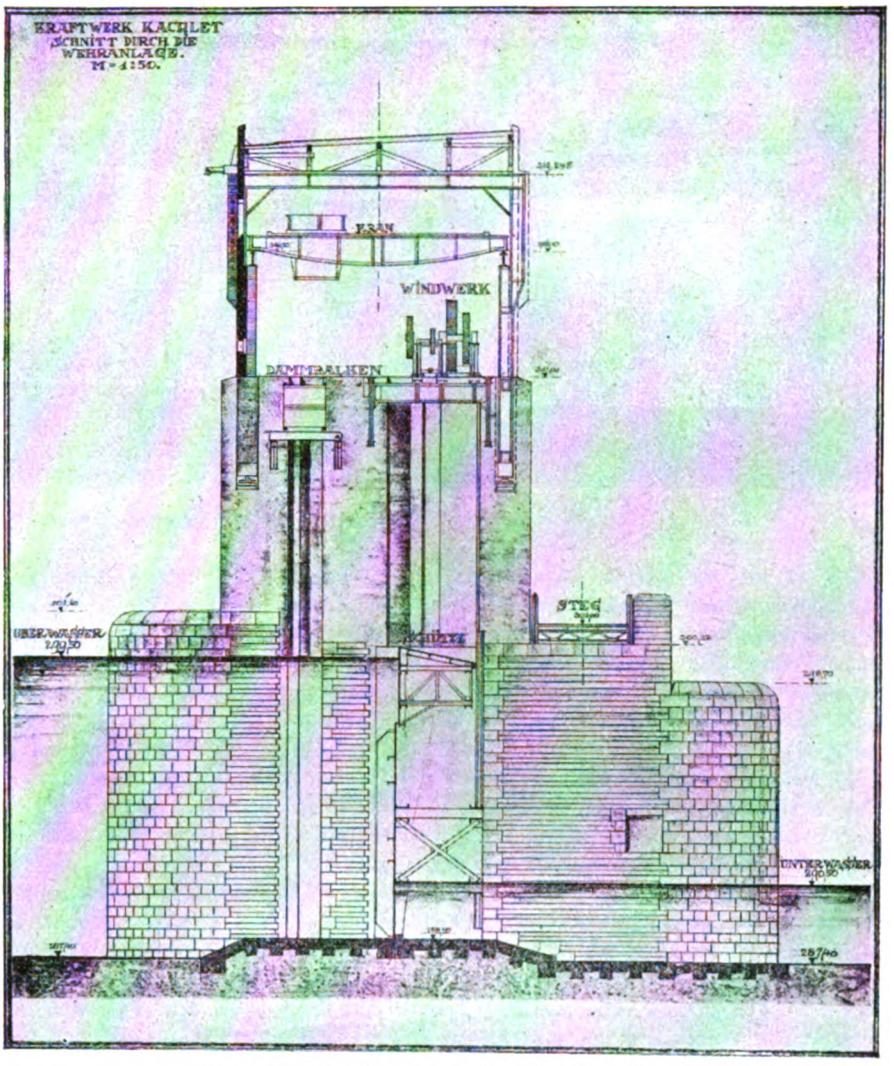


Abbildung 3. Schnitt durch das Stauwehr. M. = 1 : 300

Die im Betrieb befindliche Einfahrt in die Südschleuse mußte, weil derzeit noch kein künstlicher Stau vorhanden ist und nur der von den Spundwänden der Wehrpfeiler-Baugruben und von der Verengung des Flußbettes herrührende Stau mit etwa 0,5 m bei Mittelwasser zu überwinden ist, um 6,5 m tiefer gehalten werden als die Nordschleuse, ebenso ist ihr Oberkanal soviel tiefer, um eine Mindest-Fahrwassertiefe von 2 m aufrecht zu erhalten. Die Schleusenkammern und der Unterkanal sind bis zu 12 m tief in den gewachsenen Felsen eingesprengt, wobei es größte Vorsicht erheischte, durch die Sprengungen in der Nordschleuse nicht die fertige Mauerung der durch eine stehengelassene Felsrippe von 13 m Breite davon getrennten Südschleuse zu gefährden. Für die Schleusen waren nicht weniger als 400 000 m³ Fels abzutragen, wobei Bohrlöcher bis zu 8 m Tiefe mit Preßluft-Bohrmaschinen zur Aufnahme der Ladungen (Dynamit bis 25 kg, zum Teil auch Sprengluft[1]) getrieben wurden. Die Wassertiefe beider Kammern ist bei Niederwasser noch 3,5 m, wogegen die Schleusenplattform 1,5 m über dem Oberwasserspiegel liegt. Die Umlaufkanäle von 2,2×2,3 m haben Rollkeilschützen, nur der Oberhaupt-Umlauf der Nordschleuse erhält ein Zylinderschütz. Jeder Torflügel weist 13,16 m Breite bei 13,10 m Höhe auf und wird innerhalb 3 Minuten elektrisch von einer Endlage in die andere bewegt. Die Windwerke sind an den beiden Häuptern in Häuschen eingebaut und werden von deren Außenseite aus bedient, die Möglichkeit einer zentralen Bedienung der beiden Schleusen von einem geeigneten Uebersichtspunkt aus (der etwa mit der Kabelbrücke vom Kraftwerk über die Schleusen hinweg zum Schalthaus am Nordufer verbunden werden kann) ist vorgesehen. Die Schleppzüge werden in den Schleusen durch ihre Dampfer befördert.

Zwischen Wehr und Schleusenanlage steht in Verlängerung des ersteren das Turbinenhaus mit seinem 122 m breiten Vorbecken, welches durch ein schrägliegendes Einlaufbauwerk mit Feinrechen von 270 m Rechenbreite vom Fluß getrennt ist. Das Turbinenhaus von 132 m Länge und 12 m Breite im Lichten nimmt 8 vertikale Propellerturbinen für eine Wassermenge von je 87,5 bis 92,4 m³/Sek. bei 7,65 bis 9,2 m Gefälle auf. Jede Turbine leistet 7450 bis 9320 PS bei 75 Umdrehungen in der Min. ($n_s = 500$). Die Abmessungen der Turbinen sind gewaltig wie jene des ganzen Bauwerkes, das von der Sohle der Turbinenausläufe bis zum Dachfirst 46 m Höhe besitzt; das Laufrad einer Turbine mißt im Durchmesser 4,50 m über die Flügelspitzen der 6 einzeln auf die Nabe aufgeschraubten Stahlguß-Flügel. Der größte Leitrad-Durchmesser über die Führungsschaufeln ist rund 8 m, die Leitradbreite rund 1,70 m. Der Einbau erfolgt in Beton-Spiralen, von deren Abmessungen die Baustellenaufnahme der Einschalung einen Begriff gibt. Die Turbinen werden unmittelbar mit Drehstromgeneratoren von je 8500 kVA bei

[1]) Kohlenstoffpatronen, welche vor dem Besetzen der Bohrlöcher in flüssigen Sauerstoff getaucht werden.

Digitized by Google

Abbildung 4. Wehr und Krafthaus vom Unterwasser, Bauzustand Ende 1925.

cos φ = 0,8 und 6300 V Spannung gekuppelt. Regler und Oelpumpen stehen auf dem unteren Maschinenhausflur, die Servomotoren sind auf die Leitraddeckel aufgesetzt und treiben unmittelbar auf den Regulierring von 2,75 m Innendurchmesser, der das untere Halslager umschließt. Die Spurlager für 135 t Belastung sind auf die oberen Generatorsterne aufgebaut.

Vor dem Turbinenhaus liegt ein Grobrechen, dessen oberer Teil von einem Feinrechen überdeckt wird, dahinter folgt als Abschluß eine Rollklappe der neuen Bauart von Escher, Wyss & Cie., in der an ein Walzenwehr erinnernden Form. Zur möglichsten Einschränkung an Hubarbeit besteht dieser Verschluß aus einer geschlossenen schwimmfähigen Walze mit Dichtungswand; die Walze wird an beiden Enden durch Zahnstangen senkrecht geführt, auf welchen sie sich wälzt. Das Schließen erfolgt entgegen dem Auftrieb der Schwim-Walze durch Oeldruck in den über beiden Enden aufgestellten Zylindern, welche die Walze abwärts pressen; durch die Drehung der Walze auf den Zahnstangen wird die Abschlußwand vor den Einlauf gelegt und an die obere und untere Dichtungsleiste des Einlaufschlauches angepreßt.

Rechtwinkelig zu dem bis auf die nördliche Giebelwand im Hochbau fertigen Turbinenhaus schließt sich auf dem breiten Damm zwischen Strom und Schleusen das Schalthaus an (vgl. Titelbilder), welches den Betätigungsraum und die Generatoren-Apparate enthält. Von hier wird der Strom durch zwei Kabelbrücken über die Schleusen hinweg zum Umspannwerk der Bayernwerk-A.-G. am Nordufer geführt, um auf 110 kV umgespannt und über eine im Bau befindliche Leitung zum Umspannwerk Regensburg geleitet zu werden. Von da aus wird der Energietransport zum Großkraftwerk Franken bei Nürnberg bzw. zum Gebiet der Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken über das vorhandene Bayernwerk-Netz erfolgen, der Plan einer Querverbindung Regensburg—Nürnberg im Ring des Bayernwerkes steht noch zur Entscheidung. Für weiterhin hat sich auch die Deutsche Reichbahn die Abnahme von Einphasenstrom zum Bahnbetrieb vorbehalten.

Die Bauausführung, welche wiederholt unter schwerem Hochwasser zu leiden hatte, ist soweit vorgeschritten, daß die Montage der gewaltigen Schützentafeln im Wehr schon zum Teil beendet ist, ebenso ist das Kraftwerksgebäude baulich großenteils fertiggestellt, die Rechen und Turbinenkammer-Verschlüsse sind in Montage.

Mit zu den schwierigsten Arbeiten gehörte die Auswechslung des nördlichen Feldes der Bahnbrücke unterhalb der Anlage, wo das bisherige Widerlager ungefähr in die Mitte des Schleusen-Unterkanals (Abb. 2) zu liegen kam. Die

Abb. 5. Südschleuse der Kachlet-Anlage im Betrieb.

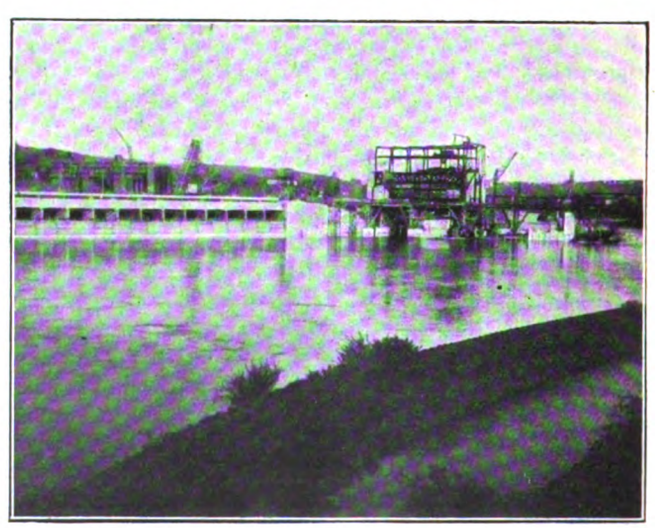


Abb. 6. Einlaufbauwerk und Trennungspfeiler. Sept. 1925.

Digitized by Google

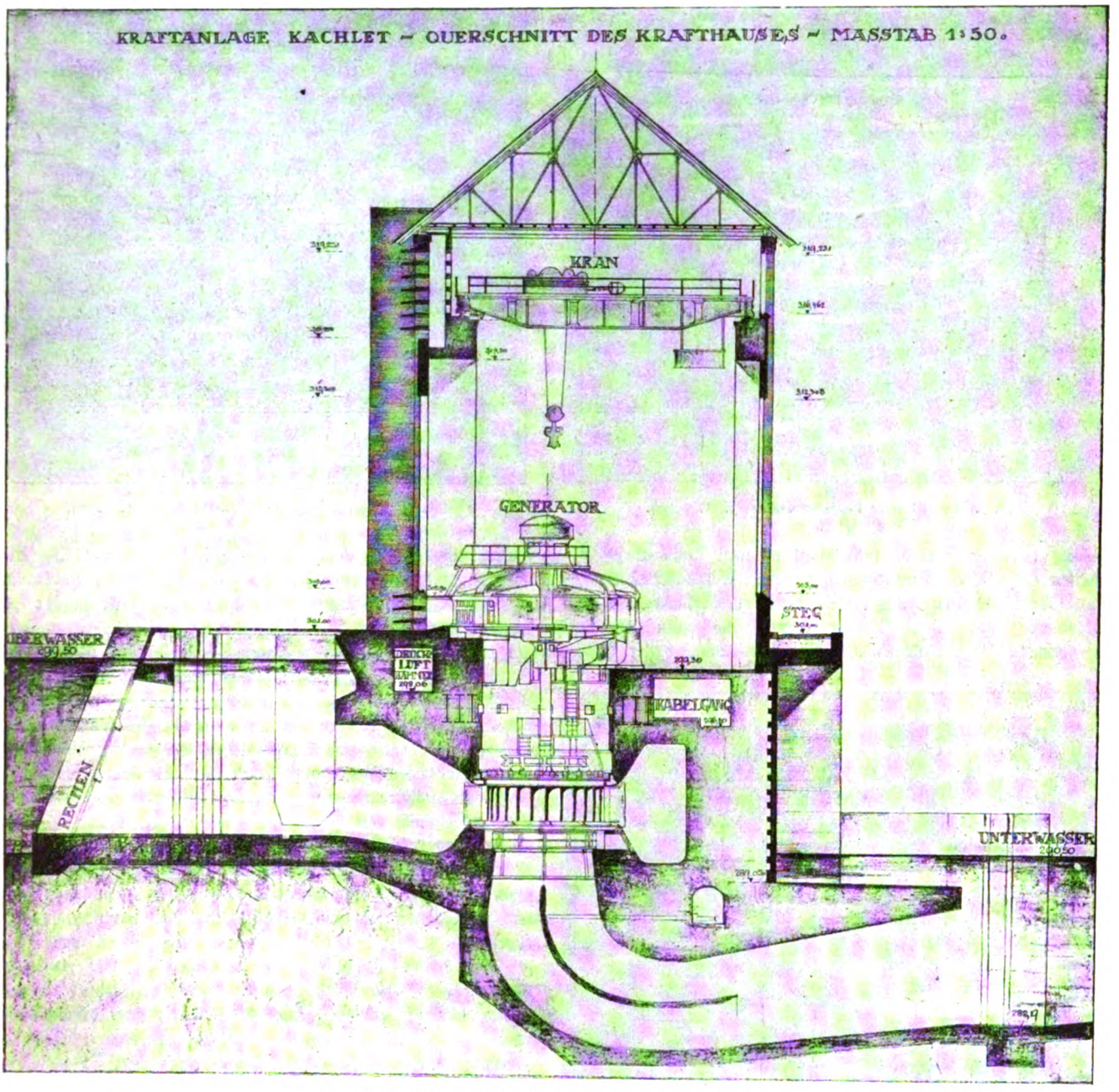


Abb. 7. Querschnitt durch das Turbinenhaus. M. = 1 : 300.

Brücke mußte um 38 m verlängert werden, wozu das neue Widerlager im Schachtbau in den Bahndamm eingebaut worden war. Das neue 74,4 m lange Brückenfeld wurde auf einem 16 m hohen Gerüst neben der alten Brücke montiert, auf der anderen Seite wurde ein Gerüst zum Ausfahren des alten 36 m langen Brückenfeldes errichtet. Am 28. Juni 1924 nachts wurde der Oberbau gelöst und innerhalb 14 Minuten die alte Konstruktion ausgefahren. Nach Wegsprengen des alten Widerlagers und Abtragen des Dammes hinter dem neuen Widerlager konnte bereits am 2. Juli früh die neue 400 t schwere Brücke mit fertigem Oberbau im Zeitraum von 34 Minuten eingefahren und am gleichen Nachmittag der Bahnbetrieb wieder darübergeleitet werden.

Von den vielen interessanten Einzelheiten der Anlage und des Baues sei nur auf die schwimmenden Dammbalken hingewiesen. Die einzelnen Dammbalken von 24,5 m Länge sind als Schwimmkästen ausgebildet, welche stromaufwärts am Ufer lagern und bei Bedarf auf einer geneigten Bahn von Stapel gelassen werden; sie werden schwimmend vor die zu verschließende Oeffnung geschleppt und durch Vollaufenlassen, versenkt, bzw. durch Leerpumpen wieder gehoben und abgeschleppt. — Für die Abdämmung der Schleusenhäupter beim Bau findet ein neuartiger beweglicher Fangdamm nach Schön Verwendung, bei welcher eiserne Fachwerk-Böcke (ähnlich den Böcken eines Nadelwehres) aufgestellt sind. Diese Böcke werden durch lange Rundeisen-

Digitized by Google

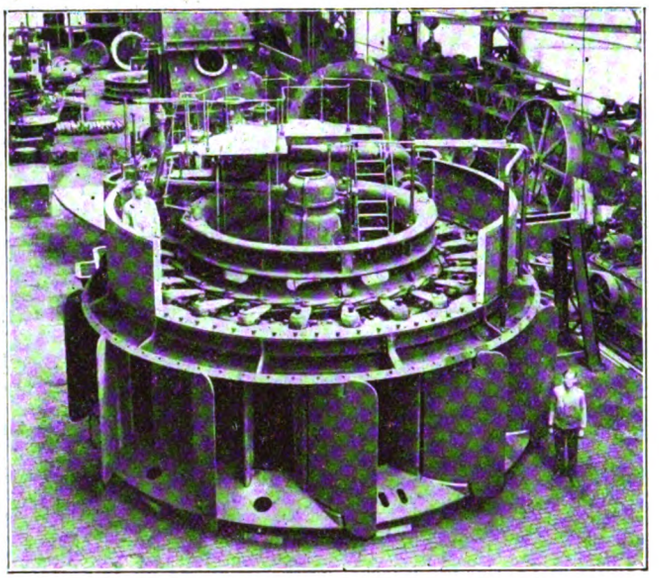


Abb. 8. Leitrad einer Propellerturbine (J. M. Voith).

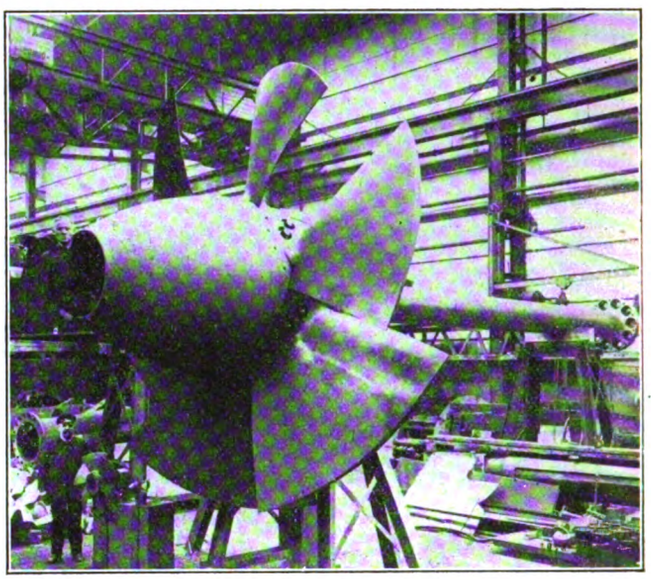


Abb. 9. Laufrad einer Propellerturbine (J. M. Voith).

Anker gehalten, welche mit ihrem unteren Ende durch Anziehen der oberen Muttern sich vermittelst konischer Schuhe in Dübel verankern, die in die Sohle des Bauwerkes einbetoniert sind. Diese Böcke tragen die zum Abschluß dienende schräge Bohlenwand. Nach Wegnahme der Bohlen können die Böcke durch Lösen der Muttern auf den Zugstangen und deren Herausnahme aus den Dübeln als Ganzes weggebracht und ebensoleicht im Bedarfsfall wieder eingesetzt werden.

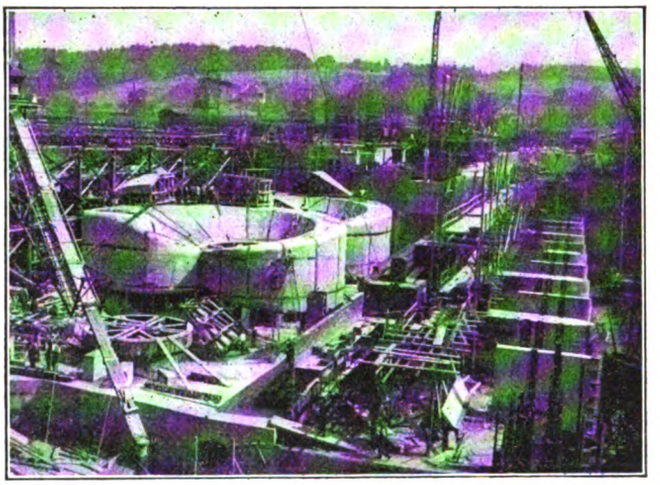


Abb. 10. Schalung der Turbinen-Spiralen.

Das Kachletwerk fügt wichtige Glieder ebenso in die Groß-Schiffahrtsstraße zunächst bis Regensburg und weiterhin quer durch Europa wie in die Energiewirtschaft Süddeutschlands ein. Von der Südspitze Süddeutschlands (Kachlet) bis nach Württemberg (Stuttgart) hinüber in unmittelbarer Verbindung und weiter nordöstlich über Aschaffenburg hinaus durch das Netz der Mainkraftwerke gegen Cassel zu ist ein einheitlicher Energieausgleich zwischen den Wasserkräften verschiedenen Charakters sowie zwischen Wasser und Kohle geschaffen. Nur noch kleine Lücken sind gegen Nordosten zu (Hof—Herlasgrün in Sachsen) zum weiteren Ausgleich zwischen Wasser und Kohle, und entgegengesetzt nach Süden zu (Walchenseewerk — Tiroler Wasserkraftwerke, Achensee), und gegen Osten (Kachlet—Partenstein) zu schließen. Die Ueberbrückung auch dieser, je etwa 50 km breiten Lücken, wird auch nur eine Frage näherer Zeit sein, zur einheitlichen Energieversorgung nach wirtschaftlichen, nicht politisch begrenzten Gesichtspunkten, nur nach den Richtlinien des besten Ausgleiches zwischen den Orten der Darbietung und des Verbrauches wie zwischen den Energiequellen. (W. 798) Rdl.

Die Turbinen des Kraftwerkes Spullersee.

Von Dr.-Ing. R. Löwy.

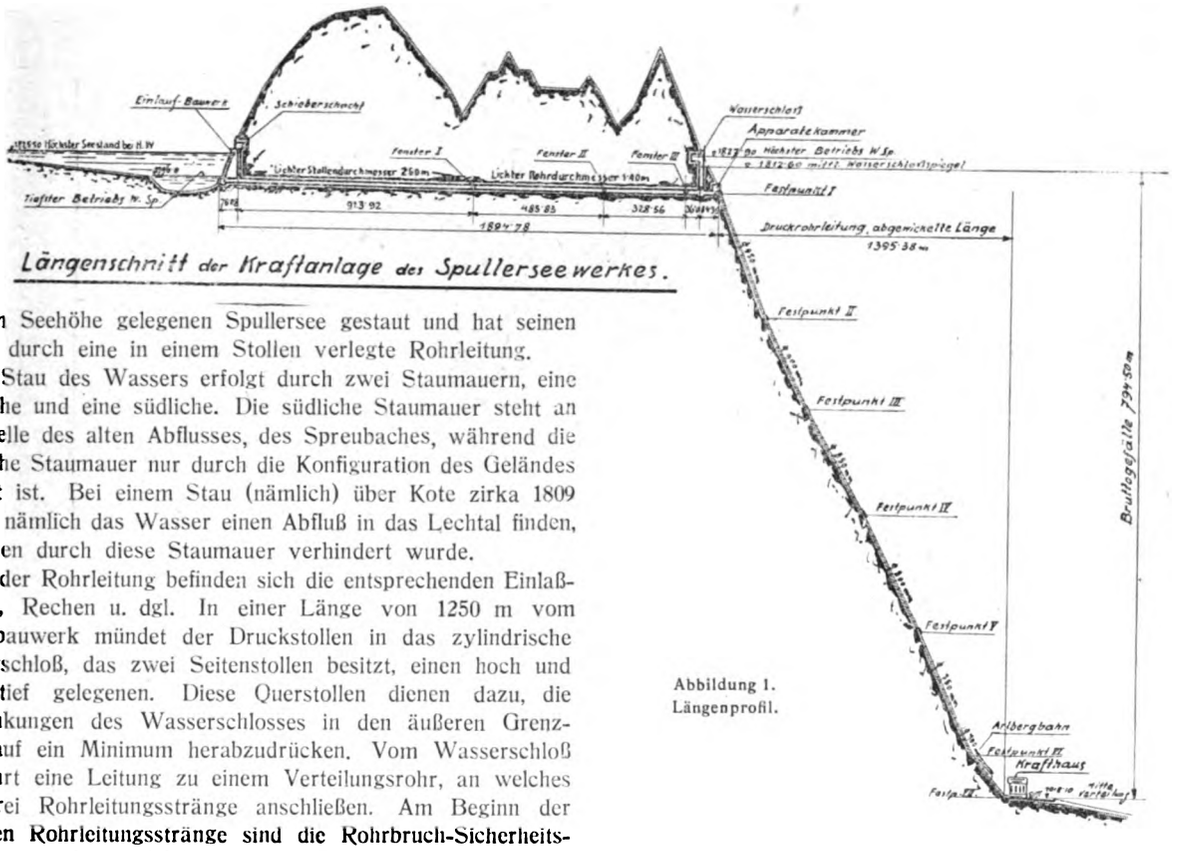
Die Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen erfolgt in einzelnen Abschnitten und zwar wurde als erste Hauptstrecke für die elektrische Traktion die Gebirgsstrecke der Verbindungslinie Wien—Zürich ausgebaut. Demgemäß wurde zunächst nur die Strecke zwischen Innsbruck und Bludenz für elektrischen Betrieb eingerichtet. Die Belieferung des elektrischen Stromes für diese Strecke erfolgt von zwei Kraftwerken: Dem Ruetzwerke und dem Spullerseewerke. Das erstgenannte Werk dient dabei zur Erzeugung der Grundbelastung, während das Spullerseewerk vornehmlich zum Ausgleich der Spitzenleistungen und der Winterleistungen herangezogen wird.

Das Spullerseewerk[1]) befindet sich an der Wasserscheide zwischen Rhein und Donau im Rheingebiete und liegt direkt an der Bahnlinie selbst.

Die Situation der ganzen Kraftanlage ist durch das Längenprofil (Abb. 1) gegeben. Das Wasser wird in dem auf rund

[1]) Vgl. Kargl, Zur Elektrisierung der österr. Bundesbahnen. Diese Z. 1923, H. 23/24, S. 293 (Mitteilungen über den Bau des Werkes).

Digitized by Google



Längenschnitt der Kraftanlage des Spullerseewerkes.

Abbildung 1.
Längenprofil.

1800 m Seehöhe gelegenen Spullersee gestaut und hat seinen Abfluß durch eine in einem Stollen verlegte Rohrleitung.

Der Stau des Wassers erfolgt durch zwei Staumauern, eine nördliche und eine südliche. Die südliche Staumauer steht an der Stelle des alten Abflusses, des Spreubaches, während die nördliche Staumauer nur durch die Konfiguration des Geländes bedingt ist. Bei einem Stau (nämlich) über Kote zirka 1809 würde nämlich das Wasser einen Abfluß in das Lechtal finden, der eben durch diese Staumauer verhindert wurde.

Vor der Rohrleitung befinden sich die entsprechenden Einlaßorgane, Rechen u. dgl. In einer Länge von 1250 m vom Einlaufbauwerk mündet der Druckstollen in das zylindrische Wasserschloß, das zwei Seitenstollen besitzt, einen hoch und einen tief gelegenen. Diese Querstollen dienen dazu, die Schwankungen des Wasserschlosses in den äußeren Grenzlagen auf ein Minimum herabzudrücken. Vom Wasserschloß aus führt eine Leitung zu einem Verteilungsrohr, an welches sich drei Rohrleitungsstränge anschließen. Am Beginn der einzelnen Rohrleitungsstränge sind die Rohrbruch-Sicherheitsventile angeordnet und führen die drei Rohrleitungen, von denen bis nun jedoch nur zwei verlegt wurden, in gerader Linie, was Grundriß anbelangt, zum Krafthause. Die Rohrleitung hat einen abgestuften Durchmeser; in den oberen Zonen mit 950 mm beginnend, in den unteren Zonen zuletzt 650 mm. Dementsprechend ist die Maximalgeschwindigkeit in der Rohrleitung bei voller Ausnützung der an einer Rohrleitung hängenden Krafteinheiten im oberen Teil 2,92 m/sec, im unteren Teil 6,22 m/sec; im Mittel beträgt die Geschwindigkeit 4,0 m/sec. Diese Geschwindigkeit scheint relativ klein zu sein, doch ist mit Rücksicht auf das große Gefälle und die lange Rohrleitung der Energieinhalt der bewegten Wassermasse in der Rohrleitung in diesem Falle ein ganz beträchtlicher.

Die Verteilrohrleitung, d. h. der Uebergang von der Hauptrohrleitung zu den einzelnen Maschineneinheiten ist aus Abb. 2, welche den Grundriß des Krafthauses darstellt, ersichtlich. Man ersieht aus dieser Zeichnung die beiden Hauptrohrleitungsstränge, von welchen je zwei Krafteinheiten gespeist werden.

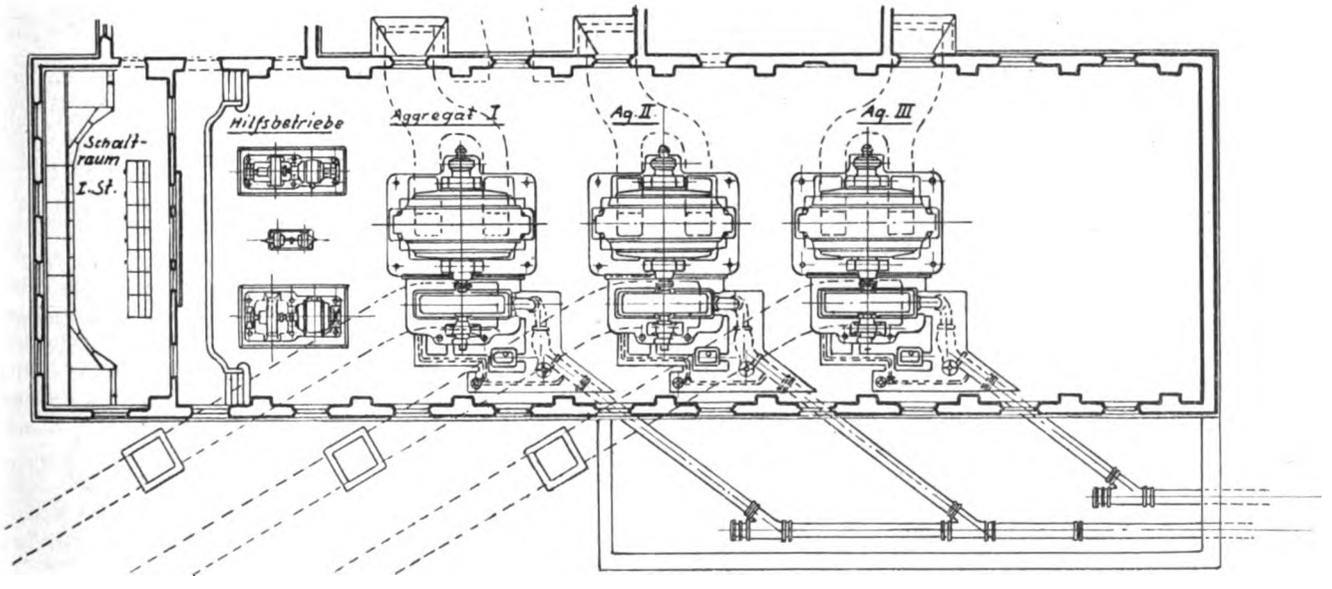


Abb. 2. Grundriß des Maschinenhauses.

Digitized by Google

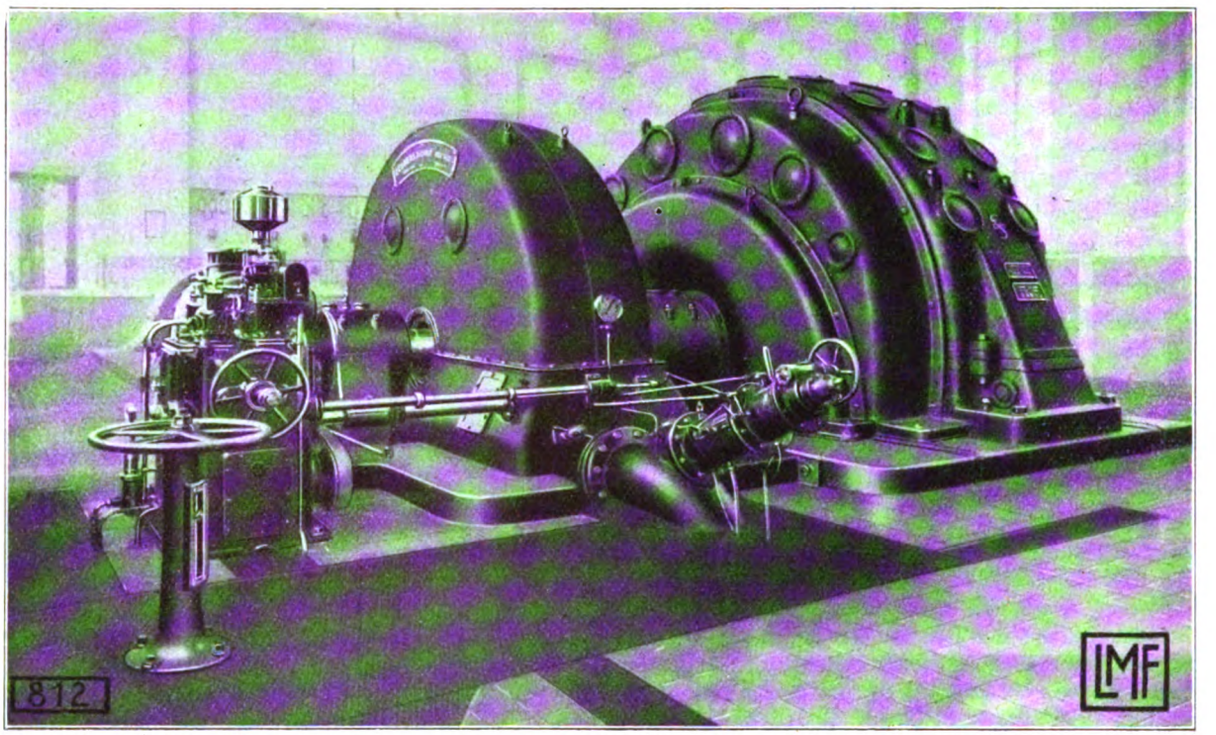


Abb. 3. Turbinenaggregat im Maschinenhaus. N = 8000 PS, n = 333 Touren, H = 750 m.

Insgesamt wurden bis nun drei Turbineneinheiten aufgestellt. Zwei von ihnen schließen sich an die erste Rohrleitung, die dritte Einheit an die zweite Rohrleitung an. Einen Ueberblick über eine Maschinengruppe gibt Abbildung 3; 4 gibt ein Bild der montierten Turbine in der Werkstätte. Die gesamte im Maschinenhaus befindliche hydraulische Einrichtung wurde von der Leobersdorfer Maschinenfabrik A.G., Leobersdorf bei Wien, geliefert. Die elektrische Einrichtung des Kraftwerkes und hiermit auch die Generatoren wurden von den Oesterr. Siemens-Schuckert-Werken hergestellt.

Vom Hauptstrang zweigen unter einem Winkel von zirka 45° schrägliegende Rohrleitungen ab, die über Keil-Paßstücke zu einem Absperrorgane führen. Dieses Abschlußorgan von 450/400 mm lichte Weite ist ein entlasteter Rundschieber mit spezieller Dichtungsausbildung. Im Prinzip entspricht derselbe einem Zylinderschieber mit mehrfacher Dichtung.[2]) Die Betätigung des Rundschiebers erfolgt von Hand aus mittels entsprechender Uebersetzung durch Schneckengetriebe und Schraube. Auch bei belasteter Turbine kann der Schieber von Hand aus geschlossen werden. Entsprechende Schmiervorrichtungen gestatten auch während des Betriebes eine Schmierung der zu bewegenden inneren Teile des Schiebers. Dieser Rundschieber ist in einem Bogen von 45° eingebaut; auf ihn folgt ein Krümmer, der zum Düsenkrümmer der Turbine führt.

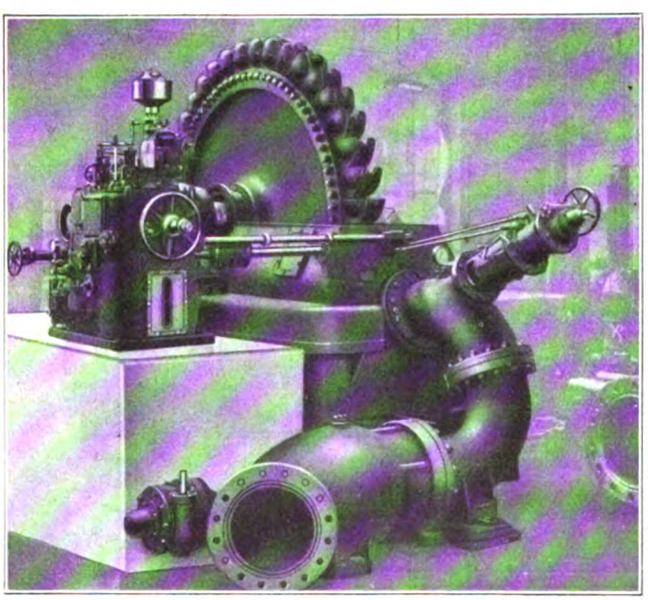


Abb. 4. Turbinenmontage in der Werkstätte.

Die Turbinen sind eindüsige Freistrahlturbinen, welche bei einem Minimalgefälle von 750 m und 333 Touren per Minute 8000 PS leisten. In den folgenden Abbildungen 5, 6, 7 ist die Turbine im Grundriß, Aufriß und Querriß dargestellt und sind alle konstruktiven Details deutlich ersichtlich.

Die spezielle konstruktive Ausgestaltung ist durch folgende Merkmale charakterisiert.

Der Düsenkrümmer ist so ausgebildet, daß der Strahl unter einem Winkel von 25° gegen die Horizontale das Rad erreicht. Dadurch sind alle Teile des Einlaufapparates leicht zugänglich und liegt speziell die Handregulierung in handlicher Höhe. Die Düse und Nadelform gestattet die Erreichung eines größten Strahles von 106 mm. Die Nadel selbst ist auf einer Nadelstange befestigt, die ihrerseits in einem bronzenen Führungsstück geführt ist. Die Führungsfläche kann von außen auch unter Druck stets geschmiert werden. Beim Austritt der Nadelstange aus dem Krümmer befindet sich der Entlastungskolben

[2]) Bezüglich neuere Rundschieberkonstruktionen: Elektr. u. Maschinenbau, Jahrgang 1925 Seite 841.

Digitized by Google

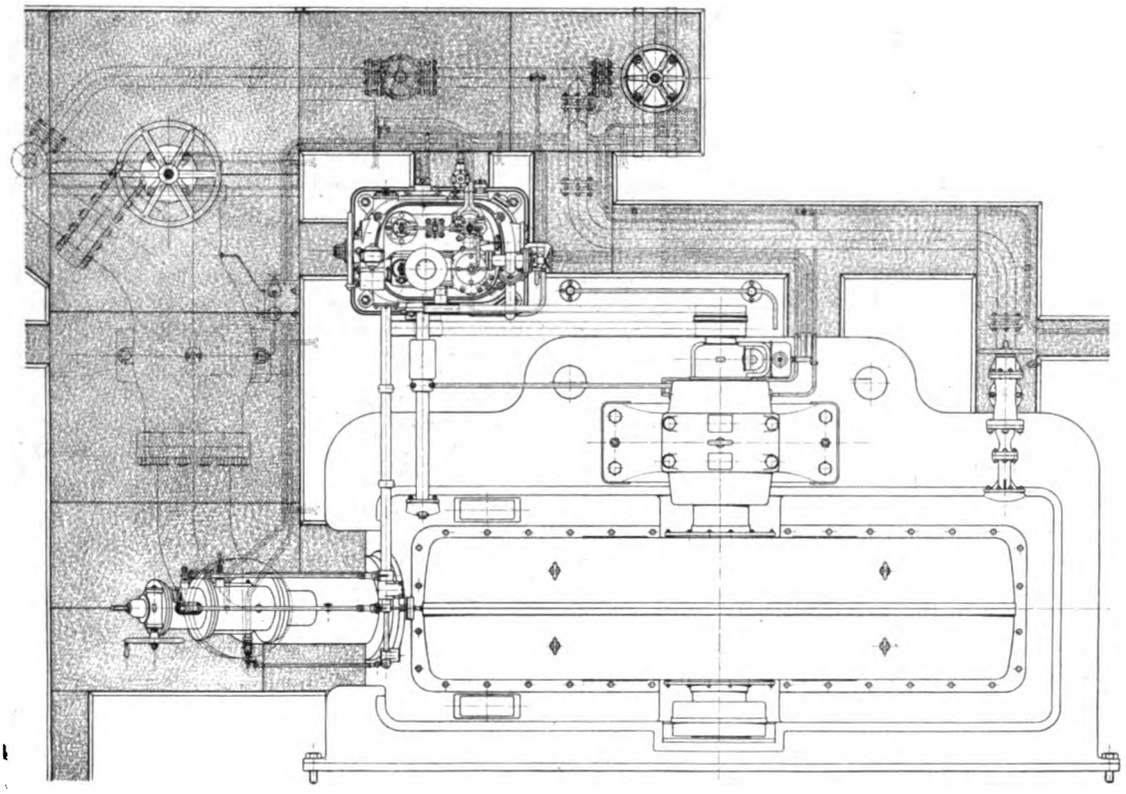


Abbildung 5. Grundriß der Turbine.

mit Ledermanschetten und Dichtungen. Zur Ausbalancierung des auf der Nadel lastenden Druckes dient einerseits dieser Entlastungskolben, anderseits eine entsprechend kräftig ausgebildete Feder, die im Nadelservomotor untergebracht ist. Dieser Servomotor ist direkt an dem Düsenkrümmer angeflanscht und erhält seine Zuleitungen vom Regulator der Turbine. Die Nadelstange trägt ferner den Kolben dieses Servomotors und in ihrer weiteren Fortsetzung die Handregulierung zur Bewegung der Düsennadel von Hand aus.

Diese Handregulierung (siehe Abb. 6) besteht im wesentlichen aus einer Hülse mit Schraubengewinde, einem Kupplungsstück, einem Schneckengetriebe mit doppelter Kugellagerung und Handrad. Vor Betätigung der Handregulierung müssen selbstredend die beiden Zylinderseiten des Servomotors verbunden sein, was mittels eines am Servomotor angeordneten Hahnes erfolgen kann. Ueber die Art der Handregulierung wird später noch weiteres gegeben werden.

Das Turbinenlaufrad hat einen Strahlkreis von 3280 mm und ist als Stahlgußscheibe gleicher Festigkeit ausgebildet. Es trägt am Umfange vierzig Stahlgußbecher mit geschliffenen Innenflächen, die ohne Spiel aneinander gereiht sind. Die Befestigung der Becher auf der Radscheibe erfolgte durch übergreifende Klammern und eingepaßte Schraubenbolzen. Durch diese Klammerkonstruktion wird die Umfangskraft jeweils auf eine große Zahl von Bolzen und auf einen größeren Umfangsbogen übertragen. Diese Befestigungsart bietet eine große Sicherheit gegen eventuelles Lockerwerden der Schaufeln, welche ja einer stoßweisen hammerartigen Wirkung des Wasserstrahles ausgesetzt sind. Auch die sehr erheblichen Fliehkräfte, welche die Schaufeln bei normaler Drehzahl, ganz besonders aber bei erhöhter Drehzahl aufweisen, werden durch die Klammern entsprechend gleichförmig auf die Scheibe übertragen. Diese Klammerkonstruktion hat ferner gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, ein ganz erhebliches Schwungmoment von 50 t/m² im Turbinenrade unterzubringen.

Die Befestigung des Laufrades auf der entsprechend kräftig ausgebildeten Welle erfolgte durch zwei Tangentialkeile. Die Turbinenwelle ist mit der Welle des Bahngenerators durch eine Flanschkupplung mit zehn genau eingepaßten Bolzen von 70 mm Durchmesser starr gekuppelt. Die Bemessung der Kupplungsbolzen, sowie der Welle selbst erfolgte unter Berücksichtigung der Beanspruchungen, welche bei einem Kurzschlußstoß auftreten. Das Laufrad samt Welle hat ein Gewicht von 14 Tonnen. (W. 615.) (Fortsetzung folgt.)

Rundschau

Energiewirtschaft.

Neue Talsperren in Sachsen. Im Freistaat Sachsen wird in nächster Zeit der Bau von zwei Talsperren in Angriff genommen werden: der Talsperre bei Weiterswiese an der Wilzsch im Flußgebiete der Zwickauer Mulde und der Talsperre bei Crimmitschau am Koberbach im Flußgebiete der Pleiße. Die Mittel zum Bau sind vom sächsischen Landtag bereits genehmigt.

Die Talsperren sollen nicht nur Ueberschwemmungen verhüten, sondern bezwecken, die aufgespeicherten Hochwässer zu Zeiten des Wassermangels zur Erhöhung der Niedrigwässer zu verwenden. Auch die Abgabe von Trink- und Fabrikations-

Digitized by Google

wasser ist aus den geplanten Talsperren im Gebiete der Zwickauer Mulde mit vorgesehen.

Das Staubecken der Talsperre bei Weiterswiese erhält einen Fassungsraum von rund 3 Mill. m³ bei einem Einzugsgebiet von rund 6 km²; die vom Wasser bedeckte Fläche hat eine Größe von rund 55 ha. Die durchschnittliche jährliche Abflußmenge beträgt rund 4,8 Mill. m³. Von diesem sollen 70 l/Sek. nach entsprechender Reinigung als Trinkwasser abgeführt und 80 l/Sek. dem Wildbett zugeleitet werden. Die größte Hochwassermenge ist zu 12,1 m³/Sek., der kleinste Abfluß zu 10 l/Sek. ermittelt worden. Als Hochwasserentlastung ist ein freier Ueberfall in Mauermitte, zur Abgabe des Trink- und Betriebswassers, und zur etwa nötig werdenden Entlastung der Sperre sind Rohrleitungen in einem besonderen Grundablaßstollen durch die Sperrmauer vorgesehen.

Die Baukosten der Sperrmauer sind zu rund 2,8 Mill. RM. veranschlagt. Als Bauzeit sind drei Jahre vorgesehen; im Sommer 1926 — es kommen wegen der hohen Gebirgslage der Baustelle nur die Monate Mai bis September für den Baubetrieb in Frage — sollen die vorbereitenden Arbeiten (Steinbruchaufschluß) und die Erd- und Felsarbeiten für die Gründung der Sperrmauer, in dem Sommer der Jahre 1927 und 1928 die Maurerarbeiten der Sperrmauer durchgeführt werden.

Die Talsperre bei Crimmitschau am Koberbach soll dem Wassermangel abhelfen, der seit Jahrzehnten eine schwere Sorge der Stadt Crimmitschau bildet.

Das Niederschlagsgebiet des Koberbaches beträgt bis zur Sperrstelle rund 22,4 km². Der mittlere Zufluß beträgt 115 l/Sek. Die größte Hochwassermenge ist zu 25 m³/Sek., der kleinste Abfluß zu 10 l/Sek. anzunehmen. Aus der Sperre soll der Industrie eine ständig gleichbleibende Wassermenge von 75 l/Sek. abgegeben werden, während dem Wildbett durchschnittlich nur 10 l/Sek. zugeführt werden sollen.

Als Abschlußdamm ist ein Erddamm von 18 m größter Höhe geplant. Der Damm ist in seiner größten Ausdehnung — senkrecht zur Talrichtung — 290 m lang, die Dammkrone ist 5 m breit. Der Erddamm erhält einen stützenden Teil und eine Dichtungsschicht. Der stützende Teil wird nach Abräumung der Humusschicht auf den aufgerauhten Erdboden aufgeschüttet und mit Motorwalzen in dünnen Schichten abgewalzt. Die wasserseitig dem stützenden Teil vorgelagerte Dichtungsschicht aus lehmig-sandigen Massen erhält eine obere Stärke von 2,2 m und eine untere von 3,3 m und soll bis zu 2,5 m tief in das feste, dichte Gestein eingebunden werden. Als Schutz gegen Austrocknung erhält die Dichtungsschicht noch eine Schutzschicht von 2 m mittlerer Stärke aus lehmigen Massen. Gegen die Angriffe des Wassers wird sie mit einem Trockenpflaster von 25 cm auf 20 cm hoher Schotterunterlage versehen. Etwa auftretendes Sickerwasser wird in geeigneter Weise erfaßt und abgeleitet. Das Wasser soll durch einen Stollen im linken Hang entnommen werden, der zugleich die rasche Entleerung des Staubeckens ermöglicht; ebenso wird der Hochwasserüberfall, dessen Krone 2 m unter der Krone des Sperrdammes liegt, im linken, felsigen Hang ausgesprengt werden.

Die gesamten Baukosten der Talsperre betragen rund 3,2 Mill. RM. Der Bau wird von einer Aktiengesellschaft durchgeführt werden, die zu diesem Zwecke von der Stadt Crimmitschau und der dortigen Industrie gegründet worden ist. Der sächsische Staat fördert das Unternehmen durch Gewährung eines Darlehens von insgesamt 1,8 Mill. RM.; ferner hat der Staat die Uebernahme der Bauleitung durch seine Organe zugesagt. Auch das Reich hat ein beträchtliches Darlehen aus Mitteln der produktiven Erwerbslosenfürsorge der Aktiengesellschaft zur Verfügung gestellt.

(„Die Bautechnik"). (W. 769).

Erzeugung elektrischer Energie im Auslande. Die Gesamtmenge an erzeugter elektrischer Energie betrug 1924 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika 54 413 Mill. kWh. Demgegenüber wurden in Kanada 8099 Mill. kWh erzeugt, in Großbritannien 6681 Mill. kWh, in Frankreich 6000 Mill., in Italien 5400 Mill., in Japan 8000 Mill., in Schweden 2348 Mill. und in der Schweiz 1970 Mill. kWh. Umgerechnet auf den Kopf der Bevölkerung ergeben sich folgende Zahlen: Vereinigte Staaten von Nordamerika 483 kWh, Kanada 880 kWh, Großbritannien 145 kWh, Frankreich 150 kWh, Italien 135 kWh, Japan 104 kWh, Schweden 390 kWh, Schweiz 505 kWh. (Diese Zahlen sind aber „brutto", d. h. unter Einschluß des Verbrauches der Bahnen, Elektrochemie usw. zu verstehen, geben also keinen Anhaltspunkt für den Umfang der allgemeinen Landesversorgung.)

An Wasserkräften sind ausgebaut: Ver. Staaten von Nordamerika 10,037 Mill. PS = 28,6 % der gesamten zur Verfügung stehenden Wasserkräfte, Kanada 3,23 Mill. PS (17,9 %), Großbritannien 250 000 PS (29,5 %), Frankreich 2,1 Mill. PS. (39 %), Italien 1,8 Mill. PS (47,5 %), Japan 1,7 Mill. PS (37,5 %), Schweden 1,4 Mill. PS (17,5 %), Norwegen 1,8 Mill. PS (19 %), Schweiz 1,5 Mill. PS (60 %). (W. 767).

(„Electrical World").

Harzwasser-Beirat.

In Verbindung mit den Niedersächsischen Wirtschaftstagungen fand am 5. Juni in Bad Harzburg unter Vorsitz von Ministerialdirektor Articus vom Preuß. Landwirtschaftsministerium und unter Teilnahme von Vertretern des Preuß. Handelsministeriums und des Preuß. Finanzministeriums eine Sitzung des Harzwasser-Beirates statt, dessen Gründung im Januar 1926 in einer vom Preuß. Landwirtschaftsministerium einberufenen Versammlung von Vertretern der Kommunalverbände und Wirtschaftskörperschaften der Provinzen Hannover und Sachsen beschlossen worden war. Der Harzwasser-Beirat ist das gemeinsame Dach für die wasserwirtschaftlichen Organisationen des Westharzes und des Ostharzes. Aufgabe des Harzwasser-Beirates ist es, unter Wahrung der Selbständigkeit der provinziellen Teilprojekte die gemeinsame Wasserwirtschaft für den gesamten Harz unter technisch wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu fördern. Hinsichtlich der Weiterführung der Talsperrenpläne ist folgendes zu bemerken: Für den Westharz ist dank der durch den Hannoverschen Provinzial-Landtag bewilligten und der vom Staate Preußen in Aussicht gestellten Mittel von der „Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft Hannover" ein einheitlicher Talsperrenplan aufgestellt und ein besonderes Westharzsperren-Bureau in Hannover errichtet worden, dem die Nachprüfung aller für das Gebiet des Westharzes vorliegenden Projekte auf ihre technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit obliegt. Im Ostharz sind für einzelne Flußtäler, insbesondere die Bode, Talsperrenprojekte in Bearbeitung; angeregt durch die Arbeiten des Harzwasser-Beirates und das Vorgehen der Provinz Hannover be-

Digitized by Google

schlossen auch die beteiligten Kreise der Provinz Sachsen einen einheitlichen Zusammenschluß zu einer „Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft der Provinz Sachsen".

Den Ehrenvorsitz des Harzwasser-Beirates hat auf einstimmigen Wunsch aller Mitglieder Ministerialdirektor Articus übernommen; zum Vorsitzenden wurde Dr. Finkenwirth, erster Syndikus der Industrie- und Handelskammer Hannover, zum stellv. Vorsitzenden Kammerpräsident Keindorff in Wernigerode gewählt. Die Geschäftsstelle des Harzwasser-Beirates befindet sich in Hannover, Finkenstr. 5 und wird von dem 1. Schriftführer des Harzwasser-Beirates, Dr. Arnecke, verwaltet.

(W. 788)

Zur Beachtung!

Das Erscheinen der vorliegenden Nummer hat wegen Verzögerung durch die Bereitstellung der Abbildungen des Kachletmodells auf der Baseler Ausstellung eine unliebsame Verspätung erfahren.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftanlagen.

Die Ausnutzung des Hochbeckens der Secchia (L'utilizzazione dell'alto bacino del fiume Secchia). — Annali delle utilizzazione delle acque 1925, Bd. 4, S. 33—54, mit 27 Tafeln Plänen und Abbildungen. — (Allgemeine Grundlagen der Ausnutzung in 7 Stufen von zusammen 1973 m Gef. an verschiedenen Bächen mit 221,3 Mio kW jährl. Kraftwerk Ozola II (Predave): H = 242 m brutto, 2 Pelton-Doppelturb. je 6000 PS mit je 2 Generatoren für je 6000 kVA 50 und 42 Per., 2 Pelton-Dreifach-Turb. je 9000 PS, davon 1 mit 2 Generatoren 9000 kVA 50 und 42 Per.,1 mit Generator 9000 kVA 50 Per.; 1 Umformersatz 9000 kVA 50/40 Per. zum späteren Anbau einer dritten Turbine 9000 PS. — Kraftwerk Rossendola und Ligonchio).

Die Wilsontalsperre über dem Tennessee und das Kraftwerk Muscle Shoals. „Génie Civil" 1925, Nr. 19, S. 389—394, 17 Abb. (Angaben über die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse. Beschreibung der Talsperre, die eine Gesamtlänge von 1,5 km besitzt und der Kraftanlage in der 18 Francisturbinen mit stehender Welle aufgestellt sind.)

Die Talsperre bei Goldentraum. Von Dr.-Ing. Bachmann. — Die Bautechnik, 1925, H. 8, S. 93—95, mit 7 Abb. — (Kurze Beschreibung der Gesamtanlage: 30 m Stauhöhe, 10,5 Mio m³, bogenförmige 170 m lange Bruchsteinmauer mit angebautem Kraftwerk, drei Maschinen mit 2860 + 2150 + 1000 PS, Jahresarbeit 5—6 Mio kWh. Umlaufstollen, Entlastungsanlage. Kosten: 2,1 Mio M.)

Les travaux d'équipement de la chute d'Eguzon, en France. (Die Arbeiten zum Ausbau der Eguzon-Stufe in Frankreich). — La technique des travaux, 1926, H. 3, S. 124—130, mit 6 Abb. — (Talsperre 61 m hoch, Schwergewichtsmauer, nutzbarer Inhalt 44 Mio m³, Jahresarbeit 120 Mio kWh. Fünf vertikale Maschinensätze von je 10 000 kW mit Spiralturbinen. Pläne. Spannung: 10/90/150 kV.)

Wasserkraftanlage „Winkl" am Thörlbach. Von Ministerialrat Schubert. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 5, S. 120—125, m. 8 Abb. — (Beschreibung: 530 m lg. Stollen, Einlaufbauwerk mit anschließendem 130 m lg. Eisenbetondruckrohr von 2,20 m Durchm., Ausgleichturm vor dem Krafthaus aus Eisenbeton von 9,50 m Durchm. und über 14 m Höhe über Terrain; davon angeschlossen eine Doppel-Spiralturbine für H = 16,10 m; Q = 2 × 4,5 m³/sec; N = 1528 PS; n = 375; Schwungrad auf der freien Seite des Generators.)

L'impianto idroelettrico del Ponale. (Das Wasserkraftwerk am Ponale.) — L'Energie elettrica, 1926, H. 3, S. 203—214, m 26 Abb. — (Beschreibung des im Bau befindlichen Großkraftwerkes von 3×25 000 PS mit 590 m Gef., Ledro-See als Speicher, Kraftwerk bei Riva am Ufer des Gardasees. Einzelheiten über den Speicherhaushalt, Stollen und rund 50 m hohes Wasserschloß im Berg.)

Wasserkraftanlage an der Schwarzen Neisse bei Rudolfsthal. Von Baumeister Stroner. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 7, S. 188—190, m. 2 Abb. — (Vom E.W. Reichenberg errichtetes Kraftwerk an der Friedrichswalder Hochwasser-Talsperre mit Gegenbecken in einem Verbrauchsschwerpunkt des Verteilungsnetzes spart Leitungs- und Dampfkraft-Verstärkung. Entnahmebauwerk unterhalb der Talsperre. Beton-Hangkanal mit Abdeckung für 650 l/sec, Wasserschloß und Rohrleitung. Kraftwerk: Peltonturbine 1200 PS, 170 m Gef.; Nebenkraftwerk am Ausgleichsweiher für 25—75 PS.)

Eingegangene Bücher.

Hirsch-Wilking, Elektro-Ingenieur-Kalender 1926. Herausgegeben von A. H. Hirsch und Fr. Heintzenberg. 21. Jahrg., Berlin 1926, Verlag von O. Coblentz. 420 S., Text mit 62 Abb. Taschenbuchformat. Preis M. 7.—.

Das praktische Auskunftsbuch für alle dem Elektrotechniker im Bau und Betrieb unterkommenden Fragen erschien nach mehrjähriger Unterbrechung in gründlich umgearbeiteter Ausgabe wieder. Die sorgfältige Auswahl des Inhaltes ist von den früheren Jahrgängen her bekannt. Der Kalender bietet neben den wohl lückenlosen technischen Angaben auch eingehend über Wirtschaftliches auf dem Gebiet der Energie-Erzeugung und des -Verbrauches, nur die Wasserkraftmaschinen fanden leider — wie in den meisten technischen Kalendern — nicht für den Gebraucher und Projekteur wünschenswerte Behandlung. Angenehm sind die ungefähren Maßtabellen über Kraftmaschinen.

Dem Buch ist weite Verbreitung und ein Erhalten auf inhaltlicher Höhe zu wünschen.

Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt: Arsbok 7, 1925. II. Nederbörden i Sverige. — Stockholm 1926. Preis: 5 schw. Kr.

Die Niederschläge in Schweden für das Jahr 1925, mit Karten der monatlichen Niederschlagshöhen, der Jahresniederschlagshöhe und der Meß-Stationen.

Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26 erscheint Ende August.
Vergl. Inseratenteil letzte Umschlagseite.

Digitized by Google

Annali dei Lavori Publici, Nr. 4, April 1926.

Aus dem Inhalt: Bericht über die Tätigkeit des hydrographischen Dienstes (bes. Wassermessungen). Vorläufige Untersuchung über Niederschläge bemerkenswerter Stärke in Rom, von Ing. Frosini. Berichte: Ueber die Bauarbeiten an der Chavanon-Staumauer. Karte der künstlichen Seen in Italien i. M. 1 : 1 Million, mit eingezeichneten Niederschlagsgebieten.

Methoden der angewandten Geophysik. Wissenschaftliche Forschungsberichte, Naturwissenschaftliche Reihe. Herausgegeben von Dr. Liesegang. Band XV, von Dr. R. Ambronn. 258 Seiten mit 84 Abbildungen. — Dresden und Leipzig, 1926. Verlag von Th. Steinkopff. — Preis geb. M. 16,50.

Die Staumauern. Theorie und wirtschaftliche Bemessung mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbetontalsperren und Beschreibung ausgeführter Bauwerke. Von Dr.-Ing. N. Kelen. 294 Seiten mit 307 Abbildungen und Bemessungstafeln. — Berlin 1926. Verlag J. Springer. — Preis geb. M. 39,—.

Contribution à l'étude des Méthodes de jaugeage. (Untersuchungen über Wassermessungen.) Von Ing. F. Kuntschen und Dr. A. Strickler. Mitteilungen des eidgen. Amtes für Wasserwirtschaft, Nr. 18. Vom Sekretariat des eidgen. Amtes für Wasserwirtschaft in Bern. 189 S. mit vielen Abb., Tafeln und Tabellen. — Preis 8 Schw. Fr.

Zusammenfassende Darstellung von Schraubenversuchen. Von Dr.-Ing. W. Schmidt. 16 Seiten mit 5 Abb. und 7 Tafeln. Berlin 1926. V.d.I.-Verlag. — Preis brosch. M. 4,—.

Buchbesprechungen

Beiträge zur Kenntnisse des Schleusenbetriebes unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse am Rhein-Herne-Kanal, von Dr.-Ing. Georg Mahr, Regierungsbaumeister, 67 Seiten, 9 Abbildungen. Berlin 1925, Verlag Julius Springer, Preis RM. 3.60.

Das Streben und der Zwang nach Rationalisierung aller Arbeitsvorgänge und höchster Ausnützung der Betriebseinrichtungen gilt auch in der Binnenschiffahrt und dort ist es neben der wirtschaftlichsten Ausführung der Zugmittel ganz besonders der Schleusenbetrieb, dessen Zeitdauer und Arbeitsaufwand für die Verkehrsabwicklung von einschneidendem Einfluß ist. Die Kanalbaudirektion in Essen hat daher eine nähere Untersuchung der Betriebsverhältnisse beim Schleusungsbetrieb durch den Verfasser im Jahre 1922 anstellen lassen; die Ergebnisse jener Untersuchung sind in der vorliegenden Schrift verarbeitet. Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick auf die Ueberwindung der Gefällsstufen bei der Schiffahrt, wobei Stemmtore schon auf das Jahr 1325 (Alster) zurückgeführt werden, wird der Plan für die sowohl beim Zug durch Dampfer wie beim Zug mit Schleppwagen (Treidellokomotiven) ausgeführten Messungen erörtert und mit der Ein- und Ausfahrt mit Spill verglichen. Das Bewegen der Tore und Füllen und Leeren der Schleusen, hierbei insbesondere die Berechnung der Zeiten zum Füllen und Leeren nehmen den hauptsächlichsten Raum der Darstellung ein. Hieraus ergibt sich die Gesamtdauer einer Schleusung und der Unterschied bei den verschiedenen Betriebsarten zugunsten des Treidelbetriebes. In einem Anhang wird noch der Vorgang der Schleusenfüllung bei gleichmäßig wechselndem Umlaufquerschnitt und die Bestimmung der Durchflußbeiwerte für die Schleusen des Rhein-Herne-Kanals mit Rollkeilschützen im Unterhaupt und Zylinderschützen im Oberhaupt zur Ableitung von Formeln für die Berechnung der Durchflußbeiwerte behandelt.

Die Schrift bietet viel Interessantes über dieses eng begrenzte Sondergebiet und macht frei von mancherlei Annahmen und Schätzungen (W. 782) Ing. C. Reindl.

Ausstellungen.

Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel.

Eintrittspreise.

Es werden folgende Karten abgegeben:

1. Tageskarten gültig zum einmaligen Besuch der Ausstellung und des Unterhaltungsparkes:
   für Erwachsene Fr. 2.20
   für Kinder „ 1.10
2. Nachmittagskarten gültig von 4 Uhr an für Ausstellung und Unterhaltungspark:
   für Erwachsene Fr. 1.10
   für Kinder „ 0.55
3. Abendkarten gültig nur für Unterhaltungspark:
   für Erwachsene Fr. 1.10
   für Kinder „ 0.55

Vereine und Schulen erhalten bei Vorbestellung besondere Vergünstigungen.

Ferner werden auf Namen lautende Dauerkarten zum Preise von 16.50 Fr. abgegeben, welche zum beliebigen Eintritt während der ganzen Ausstellung berechtigen. Es liegt auf der Hand, daß diese Dauerkarten gegenüber den gewöhnlichen Eintrittskarten bedeutende Vorteile bieten, da zum eingehenden Studium der verschiedenen Abteilungen der Ausstellung ein mehrmaliger Besuch sehr zu empfehlen ist. Die Preise verstehen sich jeweils einschließlich Billettsteuer.

(W. 792)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 10. 8. 26.

47a, 18. U. 8808. William Uhlig, Chemnitz, Sa., Kyffhäuserstraße 4, und Otto Uhlmann, Borstendorf, Sa. Schutzhaube für in Bewegung befindliche Elemente von Kraft- und Arbeitsmaschinen. 28. 3. 25.

88a, 4. T. 30 718. Gustav und Friedrich Trefz, Großaspach, Württbg. Freistrahlturbine. 12. 3. 23.

Letzter Tag des Einspruches: 17. 8. 26.

88a, 6. N. 23 696. Fritz Neumeyer Akt.-Ges., München-Freimann, Hydraulischer Turbinenregler. 13. 10. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 1. 9. 1926.

84c, 2. C. 33 696. Anselm Cyran, Düsseldorf, Boltensternstraße 24. Z-Spundbohle. 28. 6. 23.

59b, 2. S. 62 667. Otto Siemen u. Johannes Hinsch, Itzehoe. Kreiselpumpe. 16. 4. 23.

27c, 12. A. 40 208. Firma Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. Kreiselverdichter. 26. 6. 23.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Ausgabe unseres Blattes liegt ein Prospekt der Maschinenfabrik STUMBECK, ROSENHEIM bei, auf welchen wir unsere Leser hiermit ganz besonders aufmerksam machen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 15 **München, 1. August 1926** **21. Jahrgang**

Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

Von Dr.-Ing. Rudolf Tillmann, Wien.

Der hohe Preis des Eisens, welches jedoch infolge seiner hervorragenden Festigkeitseigenschaften für die unter hohem Druck stehenden Turbinenfalleitungen der einzig gegebene Baustoff ist, zwingt zu sparsamster Rohrbemessung.

Man wird daher trachten, wenn möglich, nur mit einer einzigen, abwärts verjüngten Rohrleitung auszukommen, die so zu bemessen ist, daß die Kosten infolge Kapitalsdienstes und der Geldwert der durch Reibung verlorenen Energie zusammen einen Kleinstwert ergeben. Nachstehend ist der zweckmäßigste Lösungsweg dieser Aufgabe gezeigt und sind diesem Aufsatze nomographische Tafeln zur raschen Auswertung des Ergebnisses beigefügt. Den Grundgedanken dieses Verfahrens hat nach Ph. Forchheimer [1]) zuerst R. Catani in „Politechnico", 1903 ausgesprochen und später Koehn in seinem Standwerke „Die Wasserkräfte (1906)" weiter ausgebaut. Im Folgenden wird bei Behandlung dieses Gegenstandes auf alle einflußnehmenden Faktoren tiefer eingegangen als es in den bisher darüber erschienenen Abhandlungen (s. Literaturverzeichnis im Anhang) geschehen ist.

Soll die Rohrleitung als ganzes einem Kleinstwerte an Geldverlust entsprechen, so muß diese Bedingung auch für ihre Teile erfüllt sein, deren jedem, gemäß seinen besonderen Druckverhältnissen, ein eigener günstigster Durchmesserwert zukommt. Die Teilstränge je gleicher Lichtweite einer bestimmten Rohrleitung wählt man unter Zuhilfenahme des Leitungslängenschnittes derart aus, daß die Zahl der Durchmesserwechsel gering wird, diese selbst im allgemeinen nur in den Leitungsfestpunkten liegen und zwischen zwei solchen nur dann, wenn deren gegenseitige Entfernung etwa 100 m überschreitet. Jeder Leitungsstrang (wirkliche Länge L) ist allgemein aus n Einzelrohren, je $l = \frac{L}{n}$ lang, zusammengesetzt, deren jedem eine bestimmte Wandstärke δ zukommt. (s. Abb. 1). Zunächst soll angenommen werden, daß diese, entsprechend dem größten örtlichen hydrodynamischen Druck h, durch das Festigkeitserfordernis der Rohrwand allein bestimmt ist. Diese Annahme trifft für alle Druckhöhen zu, die größer sind als diejenige, bei deren Unterschreitung eine durch Rücksichtnahme auf Zufallsbeanspruchungen und Herstellungsmöglichkeit gegebene Mindestwandstärke δ min für die Bemessung maßgebend ist. Diese hydrodynamische Grenzdruckhöhe h_k wird weiter unten mathematisch festgelegt.

Die dynamische Höchstdrucklinie ist näherungsweise durch die Verbindungsgerade des Höchstspiegels im Wasserschloß mit dem höchsten ideellen Druckspiegel vor den Turbineneinläufen bestimmt. An dieser Stelle schwankt der dynamische Höchstdruck zwischen 115 und 150% des statischen, je nachdem ob selbsttätige Druckregler vorhanden sind oder nicht. Bei längeren Leitungen werden sich solche infolge ihrer druckvermindernden Wirkung und dadurch bedingten Ersparnis an Rohrbaustoff stets bezahlt machen. Sind die Turbinen mit reinen Synchronauslässen an Stelle der Druckregler versehen, was bei nicht speicherfähigen Kraftwerken meist am Platze ist, so sind hydrodynamische Druckerhöhungen in der Leitung überhaupt nicht zu erwarten, doch pflegt man sicherheitshalber auch in diesem Falle mit einer mindestens 10proz. Ueberschreitung des Ruhedruckes zu rechnen. Praktisch empfiehlt es sich, für die erste Rohrbemessung einen dem jeweiligen Falle gefühlsmäßig entsprechenden Vonhundertsatz der dynamischen Drucksteigerung im Einvernehmen mit der Turbinenlieferfirma anzunehmen und diese Druckerhöhung später unter Zugrundelegung der gefundenen Näherungsweite der Rohrdurchmesser nachzurechnen. Dazu kann, wenn voller Leitungsabschluß möglich ist, die Budausche Gleichung [2])

$$\Delta h_{max} = \frac{3}{2g} \cdot \frac{Q_{max}}{\tau_{min}} \Sigma \left(\frac{L}{F}\right) \quad \ldots\ldots (1)$$

dienen, worin

Δh_{max} = größte Drucksteigerung vor den Turbinen (m Wassersäule),
Q_{max} = größte Betriebswassermenge (m^3/sec),
τ_{min} = kürzeste Dauer eines vollen Leitungsabschlusses (sec.).
L = Stranglängen (m),
F = lichte Querschnitte der Rohrstränge (m^2),
Σ = Summe über die ganze Leitung.

Ergibt sich bei dieser Nachprüfung eine erhebliche Abweichung gegenüber der ersten Annahme für Δh_{max}, so muß die Rohrbemessung mit den entsprechend verbesserten hydrodynamischen Druckhöhen wiederholt werden.

[1]) Forchheimer Ph.: Z. d. V. D. J., 1906, S. 1954.

[2]) Budau A.: Druckschwankungen in Turbinenzuleitungsrohren. Z. d. Oe. J. A. V., 1905, Nr. 29—31.

Digitized by Google

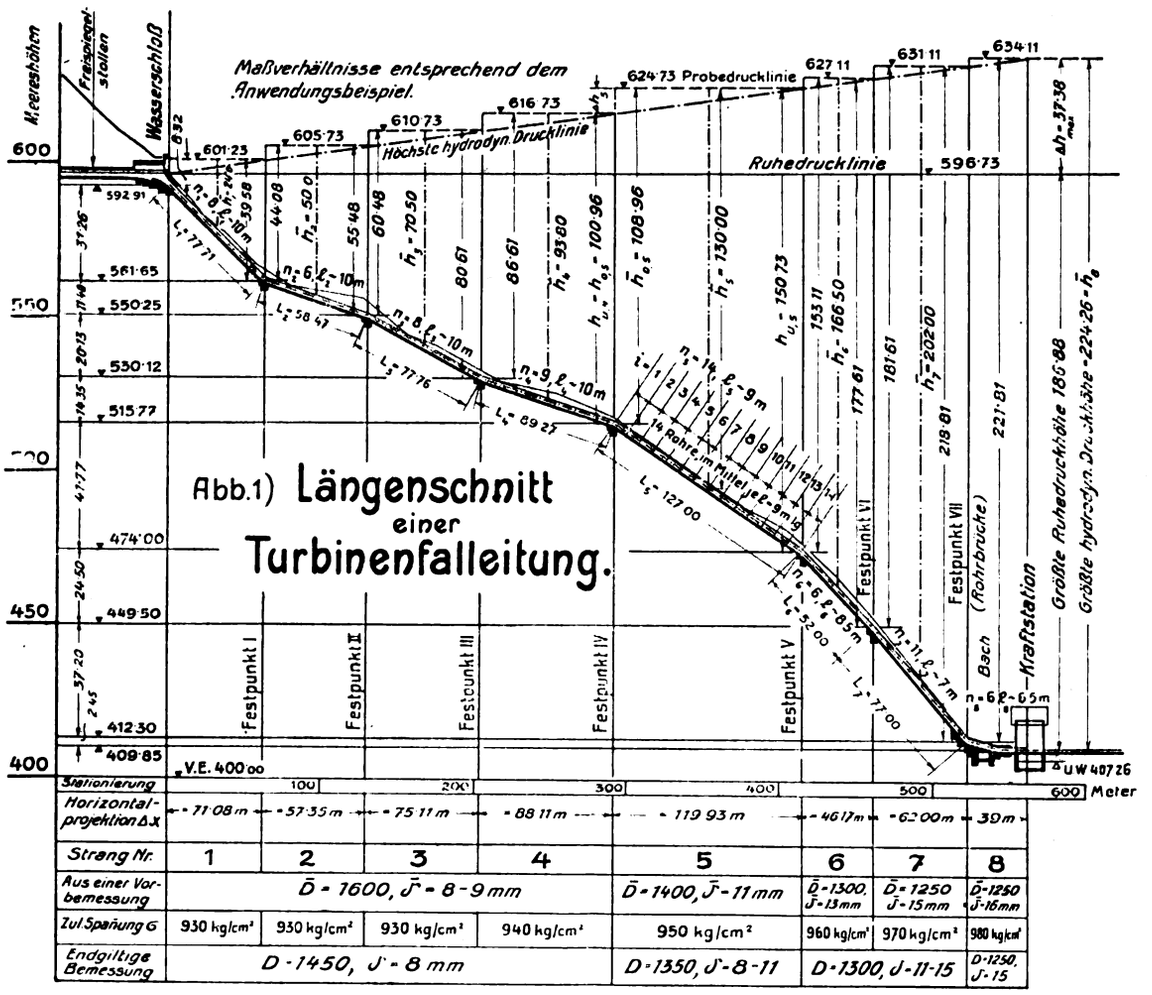


Abb. 1) Längenschnitt einer Turbinenfalleitung.

Abbildung 1.

Bei der Festsetzung der für die Rohrbemessung maßgebenden Druckhöhen darf auch die Beanspruchung der Leitungsstränge bei allfälliger zonenweiser Druckprobe nicht außer acht gelassen werden. Im Interesse einer sparsamen Rohr- und Festpunktbemessung sollten die Probedrücke nicht höher gewählt werden, als die örtlich größten hydrodynamischen Betriebspressungen, wobei zu beachten ist, daß der Probedruckspiegel vom höchsten hydrodynamischen Druckniveau des unteren Strangendes aus wagrecht verlaufen muß. So nimmt die maßgebende Druckhöhe nach Abb. 1 zum Beispiel für das untere Ende der Prüfstrecke IV—V den Wert $h_{u,5}$, für das obere dagegen den Summenwert $\bar{h}_{,5} = h_{o,5} + \Delta h_5$ an. Bei zuverlässig sorgfältiger Herstellung der Rohrverbindungen sollte man aus wirtschaftlichen Gründen, dem Vorschlage Ing. Hürzelers (Baden)[3]) entsprechend, auf eine zonenweise Druckprobe am verlegten Strang überhaupt verzichten und sich mit der Ueberprüfung der Dichtheit der ganzen Leitung beim größten Ruhedruck begnügen.

Die Bemessung der Rohrwandstärke bei gegebenen Druckverhältnissen soll für die gegenständliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nach der für dünnwandige Rohre gültigen Formel

$$\delta = \frac{0{,}05\ h\ D}{\sigma} \qquad \ldots\ldots\ldots (2)$$

erfolgen, in welche der lichte Durchmesser D, die Wandstärke δ sowie die Druckhöhe h in Metern und die zulässige Inanspruchnahme σ des Baustoffes auf Zug in kg/cm² einzusetzen sind. Letztere Größe werde nach folgenden Ueberlegungen festgesetzt.

Wegen der bei Regelungsvorgängen häufig stark schwankenden Beanspruchung der Turbinenfalleitungen ist von dem Rohrbaustoff großes plastisches Arbeitsvermögen zu verlangen. Man verwendet daher bei höheren Drücken am besten Siemens-Martin-Flußeisen von etwa $\sigma_z = 3400$ bis 4200 kg/cm² Zugfestigkeit und 25% Mindestdehnung beim Bruch. Die Eisenbeanspruchung soll auch beim größten hydrodynamischen Druck die Proportionsgrenze nicht überschreiten. Wird diese zum Beispiel bei einem Eisen von $\sigma_{z\,max} = 4200$ kg/cm² vorsichtshalber mit nur 1800 kg/cm² eingeschätzt, so ergibt sich näherungsweise für die Proportionsgrenze bei $\sigma_{z\,min} = 3400$ kg/cm² der verminderte Wert,

[3]) Hürzeler H.: Zur Dimensionierung von Druckleitungsfixpunkten. Schweizer Bauztg., 1922, 25. II.

Digitized by Google

$$\sigma_{p,\,min} = \sigma_p \cdot \frac{\sigma_{z\,min}}{\sigma_{z\,max}} = 1800 \cdot \frac{3400}{4200} = 1456\ kg/cm^2 \quad . (3).$$

Eine weitere Herabminderung muß die zulässige Inanspruchnahme dadurch erfahren, daß im Laufe der Zeit mit einer Wandstärkenverminderung durch Abrosten um etwa 1 mm zu rechnen ist. Dies macht sich besonders bei den geringeren Wandstärken der oberen Rohrstrangteile geltend und führt bei der praktischen Mindestwandstärke δ_{min} zu dem Kleinstwerte der zulässigen Gesamtbeanspruchung in normaler Rohrwand:

$$\sigma'_{min} = \sigma_{p,min}\left(1 - \frac{1}{\delta_{min}}\right) \quad . . . . . (4).$$

Für alle statisch erforderlichen Wandstärken $\delta > \delta_{min}$ wird mit Benutzung von Gleichung (2)

$$\sigma' = \sigma_{p,\,min}\left(1 - \frac{1}{\delta}\right) = \sigma_{p,\,min}\left(1 - \frac{20\ \sigma_{p,\,min}}{\bar{h}\ D}\right) \quad . (5)$$

worin für jeden Rohrstrang gleicher Lichtweite $\bar{h}$ ein Mittelwert von h und D ein vorerst schätzungsweise anzunehmender Näherungswert ist. In (4) und (5) ist δ in mm einzusetzen.

Bei genieteten und geschweißten Rohren ist weiterhin die geringere Festigkeit in der Niet- bzw. Schweißnaht zu berücksichtigen. Wird diese von der Rohrlieferfirma mit a% der normalen Zugfestigkeit im vollen Blech gewährleistet (a = 85—90 bei geschweißten, 58—80 bei genieteten Rohren je nach Nietreihenzahl), so sinkt die zulässige Inanspruchnahme der vollen Rohrwand auf

$$\sigma'' = \sigma' \cdot \frac{a}{100} \quad . . . . . (6).$$

Diese Zahl stellt die zulässige resultierende Hauptzugspannung der Blechwand dar, wenn außer dem Innendruck des Wassers auch die zusätzlichen Kräfte, wie Seitenkräfte des Rohrgewichtes, Temperaturkräfte, achsiale Wasserdruckkräfte und allfällige Reibungskräfte von der Ueberschüttung in die Wandstärkenberechnung einbezogen werden.

Da es sich aber empfiehlt, bei der Rohrbemessung nur mit der dem achsennormalen Innendruck entsprechenden einfachen Ringspannung nach Gleichung (2) zu rechnen, so müssen die erwähnten Nebenkraftwirkungen durch entsprechende Abminderung des obigen Spannungswertes σ'' auf die zulässige Ringspannung σ_r Berücksichtigung finden. Dies kann mittels der Gleichung

$$\sigma_r = \sigma'' - \frac{1}{m}\left(\frac{\bar{h}}{10} + \sigma_a\right) \quad . . . . . (7)$$

geschehen, in welcher das erste Klammerglied die radiale Druckspannung an der inneren Rohrwand, das zweite die gesamte achsiale Druckspannung im Wandquerschnitt und m die Poissonzahl des Rohrbaustoffes bedeutet. Für Flußeisen soll $m = \frac{10}{3}$ gesetzt werden. σ_a ist für jeden Teilstrang einheitlichen Durchmessers zwischen zwei Festpunkten allgemein:

$$\sigma_a = \sigma_{a,\,g} + \sigma_{a,\,t} + (\sigma_{a,\,ü} \text{ oder } \sigma_{a,\,n}) \quad . . . (8).$$

Darin ist

$$\sigma_{a,\,g} = \frac{\gamma_e}{10000}(\sin\psi - \mu)\,\Delta x \quad . . . . . (9)$$

die von der achsenparallelen Rohrgewichtskomponente unter Berücksichtigung der Reibung auf der Unterlage herrührende Achsialspannung,

$$\sigma_{a,\,t} = \omega\, E\, \Delta t \quad . . . . . (10)$$

die achsiale Wärmespannung, ferner

$$\sigma_{a,\,ü} = \frac{Ü\,\Delta x}{\pi D \delta \cdot 10000}(\mu_ü - \mu) \quad . . . . . (11)$$

die bei überschütteten Leitungen durch die Erdlastreibung erzeugte achsenparallele Druckspannung und

$$\sigma_{a,\,n} = \frac{0{,}1\ l^2 \cos\psi}{3\,\delta} \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{\gamma e}{1000} \cdot \frac{\delta}{D}\right) \quad . . (12)$$

der mögliche Größtwert der achsialen Druckspannung in den Rohrscheitelpunkten bei offen verlegter und auf Sättel gestützter Leitung infolge Biegung.

Auf Grund nachstehender Zeichenerklärung können die obigen Gleichungen (9) bis (12) leicht abgeleitet werden. In (12) ist mit einem Maximalmoment von $\frac{l^2}{12} \times$ (Gewicht je Längeneinheit) gerechnet worden.

γ_e = spezifisches Gewicht des Rohrbaustoffes (kg/m³),
ψ = Neigungswinkel der Rohrachse gegen die Wagrechte,
μ = Reibungsziffer des Rohres auf seiner Unterlage,
Δx = Horizontalprojektion der Stranglänge L (m),
ω = lineare Ausdehnungsziffer des Rohrbaustoffes,
E = Elastizitätsmodul des Rohrbaustoffes (kg/cm²),
Δt = größte Temperaturzunahme der Rohrwand gegenüber der Montierungstemperatur (° C),
Ü = wirksames Ueberschüttungsgewicht je 1 lfdm (kg),
$\mu_ü$ = Reibungsziffer des Rohres am Schüttmaterial,
l = Stützweite des Rohres zwischen den Sätteln, meist gleich der Einzelrohrlänge (m).

Größere Δt-Werte (bis 45° C) kommen nur bei offen verlegten Leitungen vor, in deren Strängen man jedoch in der Regel je eine Ausdehnungsmuffe vorsieht, die am besten knapp unterhalb des oberen Festpunktes angeordnet wird. In diesem Falle können Temperaturerhöhungen nur soweit spannungserzeugend wirken als die Muffenreibung eine Rohrverlängerung verhindert. Es wird dann

$$\sigma_{a,\,t} = \frac{\mu_e\ l_e\ p_e}{\delta} \quad . . . . . (13),$$

wenn μ_e = Reibungsziffer in der Stopfbüchse,
l_e = Packungstiefe der Stopfbüchse (m),
p_e = größter Wasserdurck in der Expansion (kg/cm²).

Für D und δ sind in den Gleichungen (11), (12) und (13) Näherungswerte auf Grund einer orientierenden Vorausberechnung oder einer Schätzung einzusetzen. Die Spannung $\sigma_{,\,g}$ (s. Gl. 9) kommt naturgemäß nur bei steilen Rohrsträngen, wenn $\psi > \arcsin\mu$, zur Geltung. $\sigma_{a,\,ü}$ hat nur dann Bedeutung, wenn $\mu ü > \mu$.

Sind zwischen zwei Festpunkten Durchmesserwechsel (Konusrohre) eingeschaltet, so kommt für die Strangteile unterhalb derselben zu den obigen achsialen Druckspannungen noch die der achsenparallelen Wasserdruckkraft in den Konusrohren (P_k kg) entsprechende Zusatzspannung

$$\sigma_{a,\,k} = \frac{P_k}{10000\ \pi\ D\ \delta} \quad . . . . . (14),$$

worin D und δ wieder Näherungswerte sind.

Um schließlich noch den Einfluß der Abweichung des nach der Näherungsformel (2) berechneten Spannungswertes an der inneren Rohrwand von dem genauen zu berücksichtigen, wie ihn die Formel für dickwandige Rohre liefert, kann von der Gleichung

$$\sigma = \sigma_r \cdot \frac{\sigma_r + 0{,}05\ \bar{h}}{\sigma_r + 0{,}13\ \bar{h}} \quad . . . . . (15)$$

Digitized by Google

Gebrauch gemacht werden, welche, wie leicht nachzuweisen ist, mit großer Annäherung den in Gleichung (2) einzusetzenden richtigen Wert σ der zulässigen Spannung ergibt. Mit Rücksicht auf allfällige kleine Zusatzbeanspruchungen an den Rohrverbindungsstellen sollte der σ-Wert nach Gleichung (15) noch etwas abgerundet werden.

Die zulässige Spannung σ ist nach obigen Ausführungen streng genommen für jede Stelle, praktisch dagegen mit hinreichender Genauigkeit nur für jeden Teilstrang der Leitung verschieden groß und kann nach den Formeln (3) bis (15) ermittelt werden.

Die Wandstärke δ ist derzeit bis höchstens $\delta_{max} = 50$ mm ausführbar. Ist bei sehr großen Druckhöhen rechnungsmäßig ein größeres Maß erforderlich, so muß entweder von einem bestimmten Drucke an eine Teilung der Leitung in zwei oder mehrere parallele Aeste erfolgen oder auf Baustoffe höherer Festigkeit, auf welche Stahlsorten, allenfalls legierte Spezialstähle übergegangen werden. In jüngster Zeit ist für soche Fälle eine neue Bauart flußeiserner Druckrohre, die sogenannten „bandagierten Rohre“[4]), ausgebildet worden, bei welchen die Rohrwand durch aufgezogene Ringe eine primäre Druckspannung erhält. Welcher der angedeuteten Wege im einzelnen Falle einzuschlagen ist, muß der wirtschaftliche Vergleich ergeben.

Die Stranglängen, Rohrdurchmesser und Wandstärken bestimmen das für die Anschaffungskosten einer Leitung vor allem maßgebende Eisengewicht. Für die Rohrverbindungen muß ein Zuschlag (Z%) zum Gewicht der laufenden Rohrstrecke gemacht werden, und zwar für

Flanschen bei $l = 4$ m . . . . $Z = 10\%$
„ „ $l = 6$ m . . . . $Z = 7\%$
„ „ $l = 8$ m . . . . $Z = 5\%$
„ „ $l = 10$ m . . . . $Z = 4\%$
} nach Koehn[5])

für Nietmuffen bei $l = 6$ m . . . . $Z = 4\%$,
„ „ „ $l = 8$ m . . . . $Z = 3\%$,
„ „ „ $l = 10$ m . . . . $Z = 2\frac{1}{2}\%$.

Für größere geschweißte Leitungen ist die Nietmuffenverbindung in der laufenden Strecke am besten zu empfehlen. Bei genieteten Leitungen ist wegen der Ueberlappungen bzw. Laschen und der Nietköpfe der Wert Z um durchschnittlich etwa 10% zu erhöhen, bei konischen Schüssen noch etwas mehr. Ist die Leitung „endlos genietet“, dann ist nur der zuletzt besprochene Gewichtszuschlag in Rechnung zu stellen. Bei innen versenkten Nietköpfen kann der Gewichtszuschlag um etwa ½% geringer sein.

Für die Wahl der Einzelrohrlänge sind die Transportverhältnisse bestimmend (Rohrgewicht!) Lange Einzelrohre sind mit Bezug auf die Dichtheit der Leitung günstiger wie kurze.

Das Gewicht eines Teilstranges gleichen Durchmessers ist gegeben durch den Näherungswert

$$G = \gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi D \sum_1^n (i)\, \delta_i \cdot \frac{L}{n} =$$

$$\gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi D \sum_1^n (i) \frac{0{,}05\, h_i\, D}{\sigma} \cdot \frac{L}{n} =$$

$$= 0{,}05\, \gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi \frac{D^2 L}{n\, \sigma} \sum_1^n (i)\, h_i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16).$$

[4]) Beim Kraftwerk Venaus angewendet. (S. „Die Wasserkraft“, 1924, Nr. 22).
[5]) Koehn Th.: Ausbau von Wasserkräften. Handbuch d. Ing. W., III., 4. Aufl., 13. Bd., S. 883, Anm. 4b).

Da nach Abb. 1) die Beziehung besteht:

$$h_i = \bar{h}_0 + (h_u - \bar{h}_0) \frac{i}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17),$$

ist weiter:

$$G = 0{,}05\, \gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi \frac{D^2 L}{n\, \sigma} \sum_1^n (i) \left(\bar{h}_0 + \frac{h_u - \bar{h}_0}{n}\, i\right) =$$

$$= 0{,}05\, \gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi \frac{D^2\, l\, \bar{h}_0}{n\, \sigma} \left[n + \frac{h_u - \bar{h}_0}{\bar{h}_0} \frac{1}{n} (1 + 2 + .. + n)\right] =$$

$$= 0{,}05\, \pi\, \gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \frac{D^2 L}{\sigma} \times \text{in kg} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$

Dabei ist

$$\times = \bar{h}_0 \left[1 + \left(\frac{h_u}{\bar{h}_0} - 1\right) \frac{n+1}{2\,n}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

ein Faktor, welcher nur von den Druckverhältnissen, also der Lage des Stranges und seiner Unterteilung abhängt und „Druckziffer“ heißen möge.

Die durchschnittlichen Eisenkosten für einen Längenmeter eines gleich weiten Rohrstranges ergeben sich bei einem Eisenpreise von k_e Währungseinheiten je 1 kg fertig verlegter Leitung (einschließlich Formstücken) zu

$$K_e = \frac{G}{L} \cdot k_e \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20).$$

Wenn auch die Eisenkosten unter normalen Wirtschaftsverhältnissen den Hauptteil der Gesamtkosten einer Druckrohrleitung ausmachen, so sind doch auch die Aufwendungen für den Unterbau so beträchtlich, daß sie bei schärferen Wirtschaftlichkeitsberechnungen wenigstens näherungsweise berücksichtigt werden müssen. Zu diesem Zwecke ermittelt man zunächst ohne Rücksicht auf den Unterbau ganz roh einen wahrscheinlichen Mittelwert D_m des Rohrdurchmessers für die ganze Leitung, konstruiert für diesen die schätzungsweise erforderlichen Abmessungen der Sättel und der Festpunkte und berechnet deren ungefähre Massen.

Findet man so für den
Aushub des Sattels . . . . . $A_{s,\,m}$ (m³),
„ „ Festpunktes . . . . . $A_{f,\,m}$ (m³),
Beton des Sattels . . . . . $B_{s,\,m}$ (m³),
„ „ Festpunktes . . . . . $B_{f,\,m}$ (m³),
und ist der mittlere Einheitspreis für den
Beton . . . . . k_a Währungseinheiten je m³,
Aushub . . . . . k_b „ je m³,
so sind die Unterbaukosten für einen Rohrstrang mit dem ideellen Durchmesser D_m je 1 lfd. m, wenn auf jeden l m langen Rohrschuß ein Sattel entfällt, ausgedrückt durch:

$$\frac{1}{l}\left[k_a \left(A_{s,\,m} + \frac{A_{f,\,m}}{n}\right) + k_b \left(B_{s;\,m} + \frac{B_{f,\,m}}{n}\right)\right] = K_{u,\,m} \quad (21).$$

Dabei ergeben sich naturgemäß für gedeckte Leitungen mit durchgehendem Betonbett größere $A_{s,\,m}$ und $B_{s,\,m}$ und damit auch größere $K_{u,m}$-Werte wie für offen verlegte. Die Unterbaumasse kann mit grober Annäherung dem Quadrate des Rohrdurchmessers verhältnisgleich angenommen werden. Demnach lautet der allgemeine Ausdruck für die ungefähren durchschnittlichen Unterbaukosten je 1 lfd. m eines Rohrstranges mit dem noch unbestimmten lichten Durchmesser D:

$$K_u = \frac{K_{u,\,m}}{D^2_m} \cdot D^2 = k_u \cdot D^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22).$$

Die gesamten Leitungskosten je 1 lfd. m betragen somit allgemein:

Digitized by Google

$$K = K_e + K_u \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (23).$$

Der diesem Kostenbetrag entsprechende Kapitalsaufwand $\overline{K}$ ist um die Zwischenzinsen (Vonhundertsatz α) und entsprechend dem Begebungskurse (Vonhundertsatz β) größer als ersterer, so daß

$$\overline{K} = K \cdot \frac{100+\alpha}{\beta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (24).$$

Von diesem Betrage fällt außer der Verzinsung und Tilgung jährlich ein bestimmter Satz für Bankunkosten und durchschnittlichen Erhaltungsaufwand im Gesamtausmaße von ε % an. Bei überschütteten Leitungen enthält ε nur den in der Regel geringen Bankspesensatz, so daß $\varepsilon = \ominus$. Für offen verlegte Leitungen sind die Kosten einer fallweisen Erneuerung des Anstriches in ε einzurechnen. Im Durchschnitt dürfte für solche der Schätzungswert $\varepsilon = 2\%$ zutreffen. Die Jahresbeträge $\overline{K}\,\frac{\varepsilon}{100}$ dieser Nebenauslagen laufen durch die ganze Tilgungs- bzw. praktische Lebensdauer der Anlage (T Jahre) und wachsen in dieser Zeit beim Zinsfuße p % auf $\overline{K}\,\frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{\left(1+\frac{p}{100}\right)^T - 1}{\frac{p}{100}}$ an und der diesem Endbetrage entsprechende Anfangswert ist:

$$\Delta\overline{K} = \overline{K}\,\frac{\varepsilon}{100}\,\frac{\left(1+\frac{p}{100}\right)^T - 1}{\frac{p}{100}} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^T} \quad \ldots (25).$$

(W. 555.) (Fortsetzung folgt.)

Die Turbinen des Kraftwerkes Spullersee.

Von Dr.-Ing. R. Löwy.

(Fortsetzung aus Heft 14, Seite 171.)

Die Generator-Turbinenwelle ruht insgesamt in drei Ringschmierlagern, welche mit Kugelbewegung zur freien Einstellung der Lagerschalen ausgestattet sind. Deutlich ist diese Drellager-Anordnung aus dem Bild, Abb. 3 zu entnehmen. Sämtliche Lager sind mit Wasserkühlung versehen, doch erfolgte die Ausbildung der Lager derart, daß trotz der ganz erheblichen Belastung und der hohen spezifischen Auflagerdrücke die Lager auch ohne Wasserkühlung längere Zeit in Betrieb stehen können. Sämtliche Lager wurden der Einheitlichkeit halber vom Generatorlieferanten geliefert. Bei abgekuppelter Generatorwelle kann die Turbinenwelle in einem Stützhaupt gelagert werden, was aus Montagegründen erwünscht ist. Die Lager sitzen auf der gemeinsamen Fundamentplatte, welche aus zwei Hauptteilen besteht: dem Generatorrahmen und der Turbinengrundplatte, welch letztere gleichzeitig den Unterteil des Turbinengehäuses bildet. Der Gehäuseoberteil besteht aus einem einfachen zylindrischen Deckel. Beim Durchtritt der Welle aus dem Gehäuse ist eine spezielle Spritzringkonstruktion zur Verhinderung des Wasseraustrittes angeordnet. An die Turbinengrundplatte schließt sich die Panzerung des Turbinenschachtes

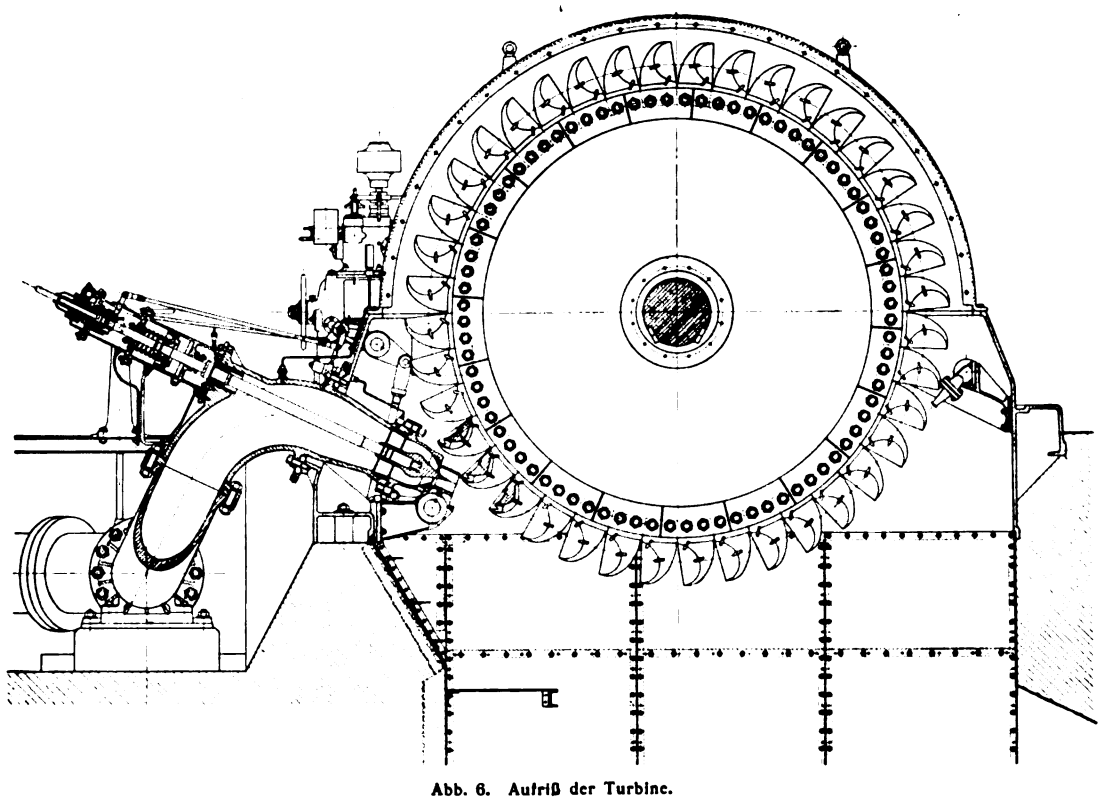


Abb. 6. Aufriß der Turbine.

Digitized by Google

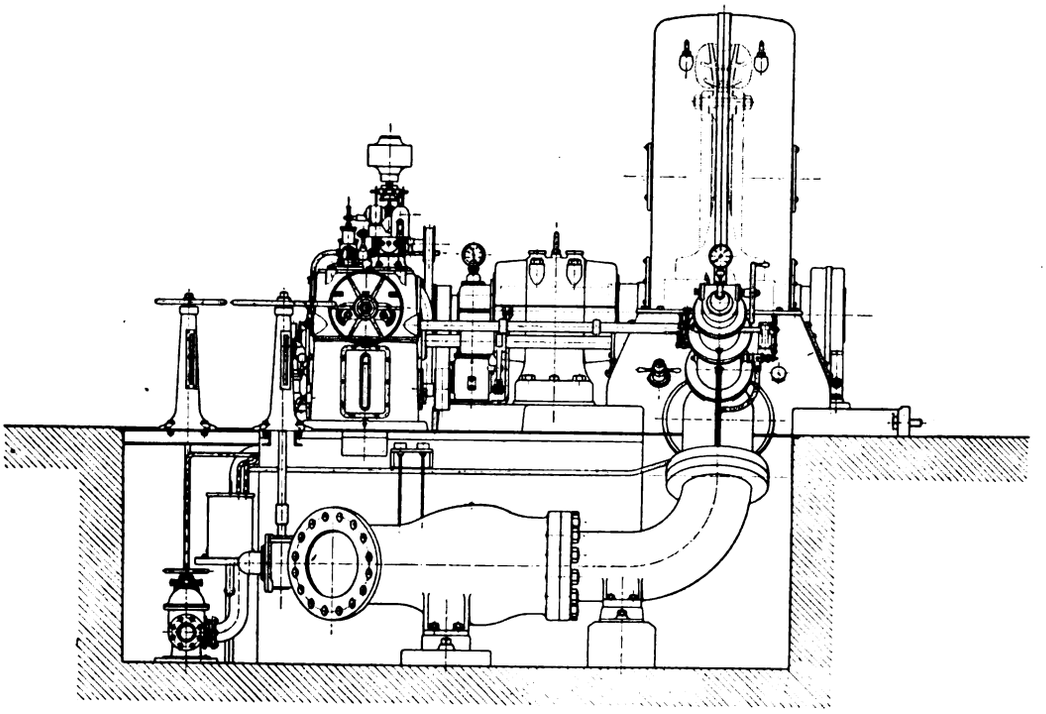


Abb. 7 Querriß der Turbine

an. Durch eine Einsteigöffnung am Turbinengehäuse kann ein Bedienungssteg im Gehäuse erreicht werden, wobei man den Einlaufapparat, das ist Düse, Ablenker und auch das Laufrad, kontrollieren kann. Der kreisförmige Ablenker ist auf einer separaten Lagerung drehbar, knapp unter dem Düsenkopf angeordnet und wird mittels Regulierhebel von einer separaten, das Turbinengehäuse durchdringenden Regulierwelle bewegt. Ansonsten befindet sich im Gehäuse noch ein Spritzschild zur Verhinderung der Rotation des mitgerissenen Wassers, welches gleichzeitig den Träger für die Gegendüse bildet. Diese Gegendüse ist gegenüber der Hauptdüse angeordnet und dient diese zum eventuellen raschen Stillsetzen des Aggregates, wenn hierfür das Bedürfnis vorliegt. Die normale Auslaufzeit des Rades ist zirka fünfzig Minuten und kann diese Zeit mittels der Düse auf vier Minuten verkürzt werden. Die Gegendüse besteht aus einem kleinen düsenartigen Einlaufschieber und einer separaten kleinen Strahldüse. Dieser Einlaufschieber ist so ausgebildet, daß Wirbelungen nach Möglichkeit vermieden sind.

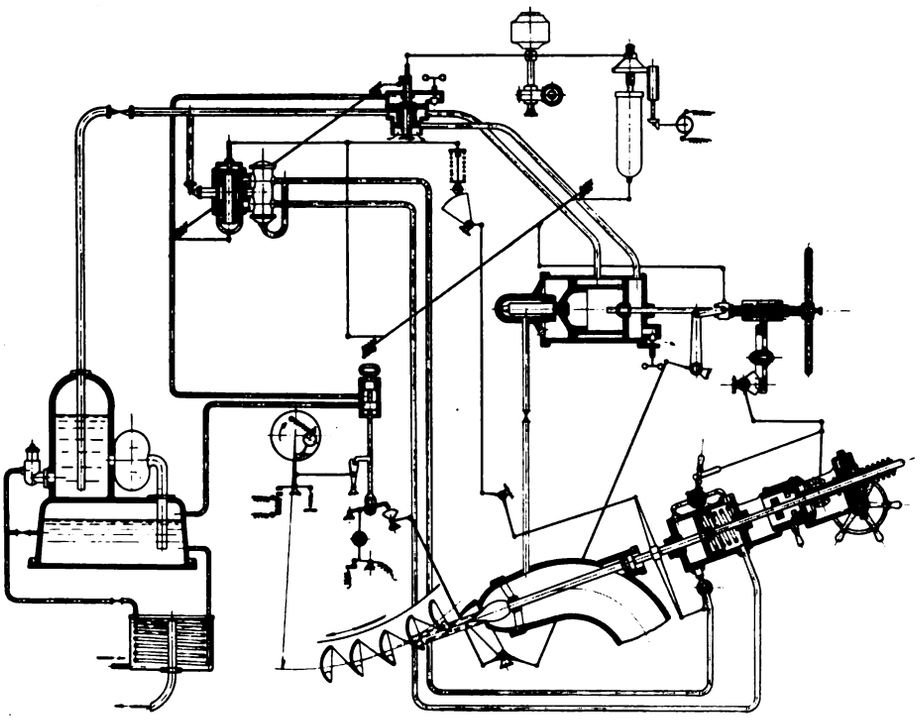


Abb. 8 Schema der Regulierung

Von der Hauptrohrleitung zweigt bei jeder Einheit vor dem Hauptschieber eine kleine Rohrleitung (100 mm Durchmesser) mit Abschluß-Keilschieber ab. Diese Rohrleitung führt einerseits zum Leerlaufschieber, anderseits zu der vorerwähnten Gegendüse. Der Leerlaufschieber ist gleichfalls ein Spezial-Nadelschieber, der in einem Dämpfer ausmündet. Der Dämpfer dient zur Vernichtung der kinetischen Energie des Wassers (Ausflußgeschwindigkeit $v = 120$ m/sec) und arbeitet so gründlich, daß das schließlich aus einem Bogenrohr austretende Wasser nur eine weiße

Digitized by Google

mit Schaum erfüllte Masse ohne wesentlich aktive Energie bildet. Die größte Leerlaufwassermenge ist zirka 100 l/sec.

Das System der Regulierung geht aus den beigegebenen Abbildungen speziell aus dem Schema (Abb. 8) hervor. Sie besteht im wesentlichen aus drei räumlich getrennten Gruppen: Aus dem eigentlichen Regulator, aus der an der Düse angeordneten Düsenregulierung, sowie aus dem Sicherheitsregliermechanismus, der am Wellenende angebracht ist.

In funktionaler Beziehung läßt sich die Regulierung gleichfalls in drei Gruppeneinheiten einteilen, die aber mit den oberwähnten räumlichen Gruppen nicht zusammenfallen. Diese Einteilung ist die folgende:

1. I. Steuerkreis, Ablenkerkreis;
2. II. Steuerkreis, Düsenkreis;
3. Sicherheitsmechanismen.

Der Ablenkerkreis bildet für sich einen kompletten Regulator. Er besteht aus Oelreservoir, Zahnradölpumpe, Windkessel, Fliehkraftregler, Steuerventil mit Vorsteuerung, Differential-Servomotor, nachgiebiger Rückführung und Ablenkergestänge. Das Steuerventil ist in bekannter Weise mit Vorsteuerung ausgestattet, die Rückführung hat gleichzeitig eine Einrichtung zur Verstellung der Drehzahl (sowohl von Hand als auch vom Schaltraume aus). Des weiteren ist eine regelbare Oelkühleinrichtung vorhanden. Schließlich ist auch zur Betätigung des Ablenkers von Hand aus eine entsprechende Handregulierung vorgesehen, doch gestattet diese nur eine Oeffnung des Ablenkers etwas über Leerlauf.

Diese ganzen Mechanismen repräsentieren einen kompletten Regler, der für sich allein bereits in Betrieb genommen werden kann und der nur durch Strahlablenkung allein wirkt. Ein derartiger Regler läßt sich ohne weiteres hochempfindlich und dabei doch entsprechend stabil ausführen und einstellen. Von diesem Regler führen nun zwei Abzweigungen zum II. Steuerkreis.

Dieser besteht im wesentlichen aus einem Steuerventil, dem Düsenservomotor, einer starren Rückführung, in welcher ein einstellbarer Daumen eingeschaltet ist, und einer Handregulierung. Das Steuerventil ist als Doppelsteuerventil ausgebildet und erfolgt die Betätigung desselben einerseits von der Vorsteuerung des I. Steuerkreises, also direkt vom Pendel aus, anderseits vom Ablenkergestänge aus. Wenn das I. Steuerventil im Mittel, d. h. in Ruhelage ist, dann kann sich das II. Steuerventil nur dann in der Mittellage befinden, wenn der Ablenker in einer gewissen durch das Gestänge bestimmten Lage gegenüber der Nadel zu liegen kommt. Der Daumen ist nun so ausgebildet, daß der Ablenker in der Ruhelage knapp über dem zugeordneten Strahle zu liegen kommt.

Die Handregulierung der Düse, welche bereits im Früheren beschrieben wurde, ist mit dem Umschalthahn zum Ausgleich der Servomotorseiten einseitig zwangsweise verbunden. Da nämlich die Verbindung der beiden Servomotorseiten den Düsenservomotor außer Betrieb setzen würde, ist die Anordnung derart getroffen, daß die Umschaltung des Hahnes auf „offen" nur n a c h Betätigung der Handregulierung erfolgen kann. Das Schließen des Hahnes erfolgt somit automatisch gleichzeitig mit der Umstellung von „Handregulierung" auf automatische Regulierung.

Was die vorgesehenen Reguliergeschwindigkeiten anbelangt, so ist die des Ablenkers auf „Schluß" sehr groß. Die Schlußzeit liegt unter einer Sekunde, die Oeffnungszeit ist etwas kleiner als die der Nadel, d. i. des Düsenservomotors. Die Schlußzeit der Nadel selbst beträgt mit Rücksicht auf die Druckstöße zirka 40 Sekunden. Die Schlußgeschwindigkeit der Nadel selbst ist für den ganzen Hub nicht konstant, sondern zufolge eines Steuerhahnes abhängig von der Nadellage im absoluten Sinne und zufolge eines beim zweiten Steuerventil angeordneten Verzögerungsmechanismusses abhängig von der Zeitdauer der Oeffnungsbewegung, d. i. von der relativen Lage der Nadel. Durch alle diese Maßnahmen wird ein verbesserter Regulierverlauf erzielt.

Die dritte Gruppe, die Sicherheitsmechanismen, umfassen Vorrichtungen, welche im wesentlichen den Zweck haben, ein Durchgehen der Maschine schon bei den eventuellen Ursachen derselben, respektive beim Auftreten des Durchgehens zu verhindern; ferner umfassen sie jene Vorrichtungen, welche im Gefahrenmomente ein Raschabstellen der Einheit bezwecken.

Diese Einrichtungen sind folgende:

Der vorhin erwähnte Differentialservomotor des Ablenkers ist mit einem zweiten Wasserservomotor kombiniert. Dieser besteht im wesentlichen aus einem Doppelkolben, und zwar aus einem Wasserdruckkolben von 75 mm Durchmesser, auf dem der Druck des Betriebswassers lastet, und einem zweiten größeren Kolben, dessen Fläche mit der kleinen Fläche des Differential-Oel-Servomotors identisch ist. Dabei ist die Wahl der Flächen derart getroffen, daß bei einer Oelpressung von nur fünf Atmosphären der Oeldruck auf dem Wasserservomotor überwiegt und dieser in seiner Endlage ruhig verbleibt. Sinkt der Oeldruck aber unter das vorgeschriebene Maß, welches so gewählt ist, daß hierbei eine richtige Funktion des Reglers ohnedies nicht mehr möglich wäre, so wird der Wasserservomotor den Oeldifferentialkolben bewegen und den Schluß des Ablenkers herbeiführen.

Der rasche Schluß des Ablenkers kann aber auch durch Außerbetriebsetzung der Vorsteuerung des ersten Steuerventiles erreicht werden. Das Pendel ist mit dem Vorsteuerstift nicht starr, sondern mittels einer Federkupplung verbunden. Der

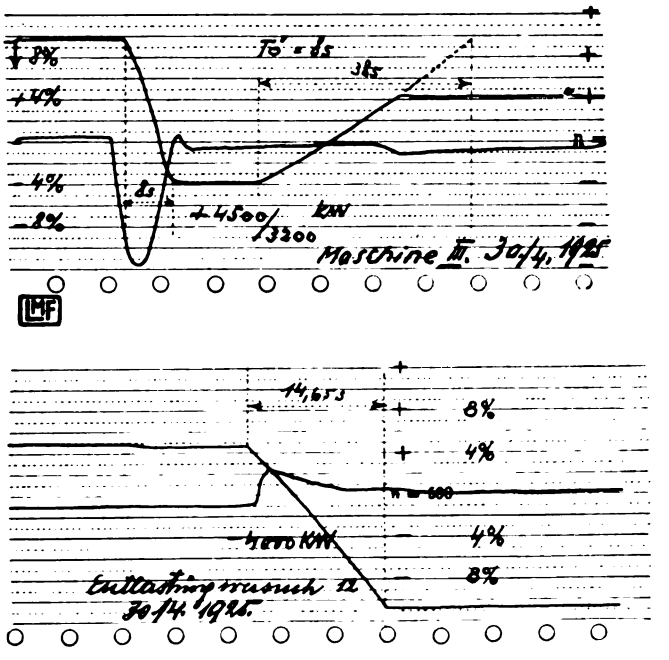


Abb. 9 u. 10 Regulierdiagramme von plötzlichen Be- und Entlastungen.

Digitized by Google

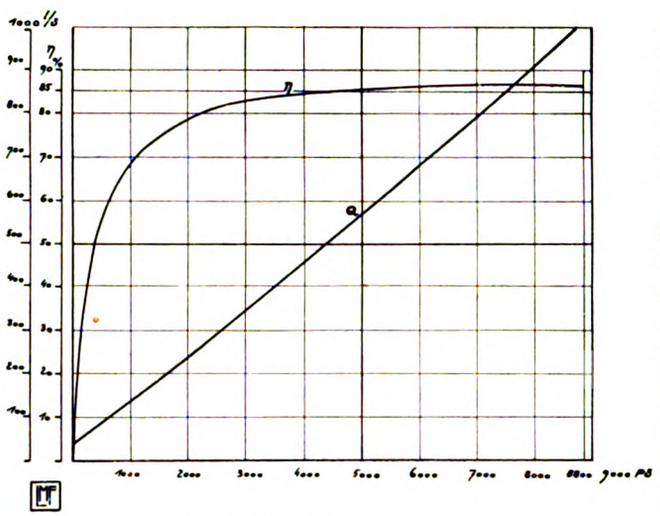


Abb. 11 Nutzeffektsdiagramm

Steuerkolben steht unter dem Einfluß einer starken Feder und der vom Vorsteuerstift eingestellten Oelpressungen. Durch ein separates Ventil kann nun unabhängig vom Pendel der Steuerkolben gegen die Kraft der Federkupplung verstellt werden, und zwar in einem Sinne, daß dabei der Ablenker-Servomotor schließt. Ein derartiges Ventil (Schnellschlußventil I) ist am Steuerventil selbst, ein zweites beim Sicherheitsregler am Wellenende der Maschine vorhanden. Dieses zweite Ventil wird durch ein Fliehkraftpendel bei 375 Touren aufgestoßen, kann aber auch bei rotierender Maschine bei jeder Drehzahl vom Schaltpulte aus auf elektrischem Wege ausgeschaltet werden.

Ein weiteres auf einem anderen Prinzip beruhendes Schnellschlußventil II bringt den Oeldruck der großen Seite des Differentialkolbens zum Verschwinden und wird hierbei durch den Wasserservomotor der rasche Schluß des Ablenkers herbeigeführt.

Schließlich ist noch eine Sicherheitsvorrichtung vorhanden, welche dazu dient, beim Anlassen der Maschine das Durchgehen nach Möglichkeit zu vermeiden und die gleichzeitig verhindern soll, daß beim Anlassen unrichtige Schaltoperationen vorgenommen werden. Diese Vorrichtung besteht in einer eigenartigen Kupplung bzw. Blockierung der beiden Handregulierungen. Von dem Gedanken ausgehend, daß unter allen Umständen verhindert werden muß, daß bei automatischer Regulierung der Düse der Ablenker auf Handregulierung stehen soll, ist die Blockierung so ausgebildet, daß die Handregulierung des Ablenkers nur dann eingeschaltet werden kann, wenn schon vorher die Düse auf Handregulierung gestellt wurde. Anderseits kann aber auch die Düse erst auf automatischen Betrieb gestellt werden, wenn schon vorher der Ablenker automatisiert wurde. Diese Vorrichtung ist in sehr kompendiöser Weise in die Handregulierungen eingebaut, im Diagramm (Abb. 8) nur schematisch angedeutet.

Die dem ganzen Regulator zugrunde liegende Idee des ersten und zweiten Steuerkreises und ihre gesetzesmäßige Folge kommt auch bei den Reguliervorgängen zum Ausdrucke. Bei automatischem Betriebe funktioniert der Regulator wie folgt: Im Gleichgewichtszustande wird die Düse eine gewisse Oeffnung aufweisen und der Ablenker beinahe tangierend an dem Strahle anliegen.

Bei einer plötzlichen Entlastung wird der im Steuerkreis I befindliche Ablenker äußerst rasch den neuen Gleichgewichtszustand herstellen, da die Geschwindigkeit des Ablenkers sehr groß ist. Durch die momentane Verstellung des Pendels sowie durch die erfolgte Verstellung des Ablenkers wird dann die Düsennadel gleichfalls langsam in Bewegung gesetzt, der Düsenstrahl entsprechend verkleinert, wobei gleichzeitig der Ablenker aus dem Strahle herausgerückt wird und das ganze System wieder ins Gleichgewicht kommt.

Bei einer plötzlichen Belastung wird der Ablenker den Querschnitt freigeben, hierdurch wird wie vor eine Bewegung der Düsennadel eingeleitet, der Strahl entsprechend vergrößert, und es wird sich abermals ein neuer Gleichgewichtszustand einstellen. Bei einer ganz kleinen Be- und Entlastung wird sich der Ablenker nur langsam bewegen und dementsprechend auch die Düsennadel nur langsam bewegen, bzw. es bewegen sich dann beide Regulierorgane gleichmäßig schnell und wird dann der Ablenker auch bei Schlußbewegungen nicht in den Strahl gelangen. Trotzdem sich daher dann der Ablenker mitbewegt, reguliert er im eigentlichen Sinne nicht, nur sein Gestänge wirkt wie eine Vorsteuerung. Damit der Regulator eben dann schwingungsfrei bei konstanter Last arbeitet, müssen die Verspätungen und toten Gänge im ersten Steuerkreis praktisch ausgeschlossen sein. Regulierdiagramme, und zwar für plötzliche Ent- und plötzliche Belastung sind in den Diagrammen Abb. 9 und Abb. 10 dargestellt und zeigen das rasche schwingungsfreie Arbeiten.

Was die erzielten Nutzeffekte anbelangt, sind in Abbildung 11 die erreichten Werte aus den Abnahmeversuchen an einer Maschine dargestellt. Die Maschinen sind bei etwas höherem Seestand bis 9000 PS überlastbar.

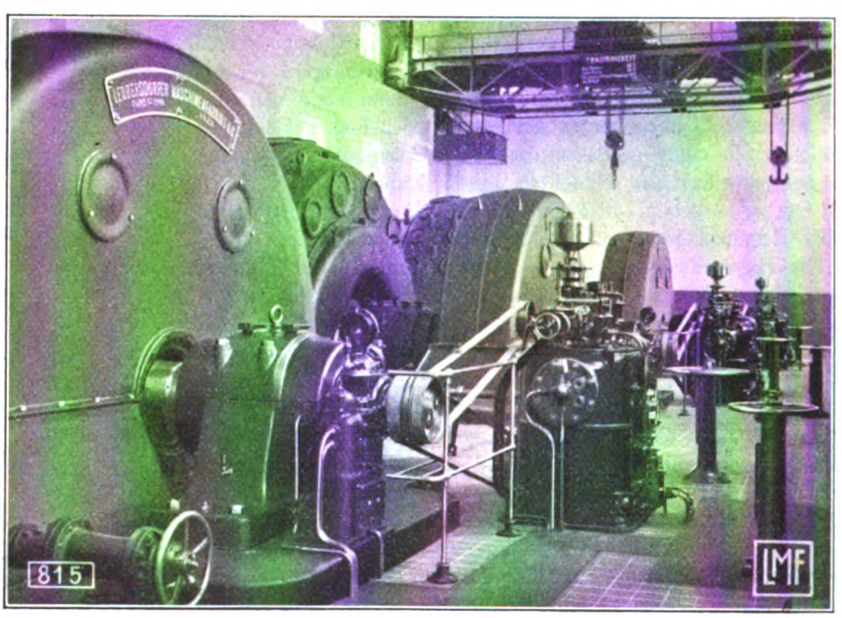


Abb. 12 Zentrale Spullersee

Digitized by Google

Eine Ansicht der Zentrale mit dem Blick auf die drei Einheiten zeigt schließlich Abbildung 12.

Das Spullerseekraftwerk ist das erste Spitzenwerk der österreichischen Bundesbahnen und weist das höchste Gefälle aller hydraulischen Anlagen Oesterreichs auf. Mit seiner jetzigen Leistung von 24 000 PS — schließliche Ausbaugröße 48 000 PS — steht es derzeit in der ersten Reihe der österreichischen Großkraftanlagen. (W. 615.)

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Moderne amerikanische Wasserkraftanlagen Henry Fords. In der „Schweizerischen Bauzeitung"[1]) beschreibt Ingenieur Lüchinger, Boston, einige von den 9 Wasserkraftanlagen, welche zum Betriebe Ford'scher Teilfabriken dienen. Die Bedeutung, welche den Wasserkraftanlagen für Eigenbetrieb beigemessen wird, geht daraus hervor, daß weitere 10 Werke im Bau oder Projekt sind. Als typische Niederdruckanlage mit Propellerturbinen sei das Kraftwerk Green Island bei Albany erwähnt. Im Hudson-River mit einem Gefälle zwischen 5,2 und 1,2 m wurden 4 Propellerturbinen von je 2030 PS bei einem Normalgefälle von 3,96 m mit 80 Umdrehungen in der Minute eingebaut. Die Stahlgußlaufräder (Bauart Nagler) besitzen 4 m Durchmesser bei einer spezifischen Drehzahl zwischen 580 und 810 und ein Gewicht von 7,7 t. Der garantierte Wirkungsgrad von 85 % wurde bei den Versuchen mit Wassermessung nach der Salzlösungsmethode von Allen überschritten[2]). Die Propellerturbinen besitzen hochgesaugten Wasserspiegel und eine bemerkenswerte, auch bei der Ford'schen Propelleranlage Flat-Rock angewandte rechteckige Einlaufspirale von geringer radialer

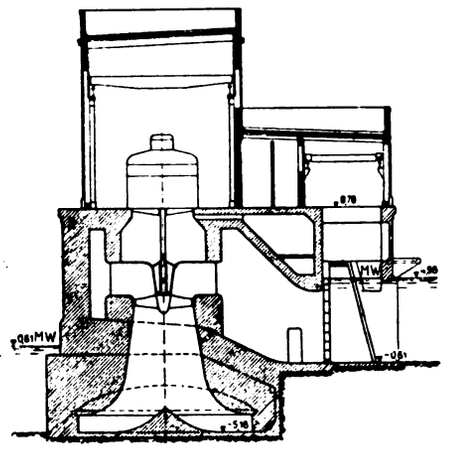


Abb. 1. Kraftwerk Green Island.

Breite und großer axialer Höhe, welche gegenüber dem Einlauf etwa das Dreifache der Leitradbreite beträgt. Das Saugrohr ist als Whitesaugrohr ausgebildet mit 13 m größtem Durchmesser der Erweiterung bei einer Austrittsgeschwindigkeit am Laufradaustritt von 3,9 m/Sek. und am Ende der Saugrohrerweiterung von 1,1 m/Sek. Zur Regulierung ist ein zentrales Druckölsystem in einer Galerie über dem Einlauf aufgestellt. Rechen und Schützen werden durch einen Laufkran für 10 t im Ueberbau bedient. Jede Turbine ist mit einem Drehstromgenerator von 800 kVA und einem Gleichstromgenerator von 1000 kW gekuppelt.

[1]) 1926, Band 87, Heft 18.
[2]) Vgl. „Die Wasserkraft" 1924, Heft 16, S. 297, und „Wasserkraft-Jahrbuch" 1924, S. 257.

Für die höchste empfehlenswerte spezifische Drehzahl von Propellerturbinen haben sich die amerikanischen Firmen die empirische Formel

$$n_s = \frac{7000}{H + 10} + 85$$

(im metrischen Maß) herausgebildet, wobei aber die Höhenlage des Laufrades über dem Unterwasserspiegel bzw. das Verhältnis zwischen Saug- und Druckgefälle nicht berücksichtigt ist.

Andere moderne Ford'sche Anlagen mit Francisturbinen vertikaler Bauart weisen zum Teil das Kniesaugrohr mit langem horizontalem Schenkel auf.

Als bemerkenswert erwähnt der Berichterstatter die in den kleinsten Einzelheiten der Zweckmäßigkeit wie dem gefälligen Aussehen Rechnung tragende Ausführung. Die Betonschalungen werden durchwegs genauestens bearbeitet, gehobelt, in einzelnen Feldern auf dem Reißboden zusammengebaut und mit dem Derrick-Kran an die Verwendungsstelle versetzt, so daß Nacharbeiten tunlichst vermieden sind. Alle Ecken zwischen Boden und Wänden, in Treppen usw. werden zwecks besserer Reinigungsmöglichkeit mit 1" Radius gerundet, alle Fenster von zentraler Stelle aus durch einen kleinen Motorantrieb geöffnet und geschlossen. Die Böden erhalten Betonplattenbelag, die Innenwände sind mit glasierten Backsteinen verkleidet. Die Maschinendisposition wird so getroffen, daß für jede Anlage gewöhnlich zwei Mann Bedienung ausreichen. Dadurch wird höchste Wirtschaftlichkeit erreicht. (W. 774).

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserbau.

— Die Drac-Staumauer bei Santel. Von E. Dusaugey. Le Génie Civil Nr. 1 v. 4. 7. 25. S. 12/17, mit 9 Abb. — (Darlegung der hydrologischen und technischen Grundlagen für die Erstellung eines Speicherbeckens von 130 Mill. m³ Nutzinhalt im Dep. Isère 50 km oberhalb Grenoble zum Ausgleich der Wasserführung für Wasserkraftanlagen — Drac-Romanche u. a. —. Die geplante Bogenstaumauer von 125 m Höhe hat in 50 m Höhe nur 35 m Länge bei 65 m Kronenlänge und 2 m oberer und 16,4 m unterer Dicke und R = 51,0 m. Zur Entlastung dient ein unterhalb durch eine 50 m hohe Bogenstaumauer — R = 20,5 m — gebildetes Gegenbecken. Besprechung und Diskussion der dem Entwurf zugrunde gelegten statischen und wirtsch. Gesichtspunkte. Es soll kosten 1 m³ Stauinhalt 5,75 centimes, 1 m³ Nutzinhalt 7,5 centimes. Die Vergleichskosten für das kürzlich vollendete Staubecken des Wäggitalwerkes in der Schweiz sollen das 3,2fache der angegebenen Kosten betragen.

— Der Bau von Bogenstaumauern in der Schweiz. Von H. E. Gruner, Basel. Le Génie Civil,

Digitized by Google

Nr. 9 v. 29. 8. 25, Seite 181/86 mit 16 Abbildungen. — (Angaben über die topographischen Grundlagen, die Berechnungsweise, konstr. Ausbildung und Bauausführung der beiden Mauern bei Broc an der Jogne und bei Amsteg an der Reuß. Die im Stampfbeton ausgeführte Mauer bei Broc hat bei 60 m Gesamthöhe oben 2 m und am Fuß rund 20 m Stärke und ist beiderseits mit Kunstzementsteinen verkleidet. Die Mauer von Amsteg hat bei 32 m Höhe, oben 1 m unter 4,70 m Stärke und ist ganz in Bruchstein ausgeführt. Ergebnisse der umfangreichen Temperaturmessungen in den Mauern sowie der gemessenen Bewegungen der Mauerscheitel bei verschiedener Lufttemperatur und verschiedenem Füllungsgrad.)

— Die Auskleidung eines Druckstollens mit dem Beton-Spritzverfahren. Engineering News Record Nr. 4 v. 23. 7. 25, Seite 128/32 mit 9 Abb. — (Einzelheiten über die bei der Auskleidung des 6 km langen Stollen von 6 m Kreisquerschnitt der Anlage Nr. 3 der Gas- und Ellectric Co., Californien, angewandten Arbeitsmethoden.)

— Zulässige Geschwindigkeiten in Wasserleitungskanälen. Von Fortier und Scobey. Proceedings of the Americ. Soc. of Civ. Eng. September 1925, Seite 1397—1413, mit 6 Zahlentafeln. (Formeln und Erfahrungsworte für die zulässigen Geschwindigkeiten in Wasserleitungskanälen in verschiedenen Bodenarten und für Wasser mit verschiedenen Gefällen, Schlick, Sand und Geschiebe.)

— Ueberfälle für Seitenkanäle. Von Hinds. Proceedings of the Americ. Soc. of Civil Eng. September 1925, Seite 1350—1396 mit 30 Abbildungen und 4 Zahlentafeln. — (Entwicklung der hydraulischen Theorie und der zweckmäßigen Verhältnisse für seitliche Ueberfälle von Talsperren mit seitlichen Abführungskanälen. Untersuchungen an einer Versuchsanlage und an der Arrowrocksperre in Idaho.)

— Frostschäden an der gegliederten Talsperre im Rush-Creek in Kalifornien. Von Dolson, Huber und Jewett, Proceedings of the Americ. Soc. of Civ. Eng. September 1925, Seite 1310—1332 und 1453 bis 1455 mit 11 Abbildungen. — (Zufrieren der Gewölbe der gegliederten Eisenbeton-Talsperre in 2750 m Seehöhe, Stauinhalt 20 Mill. m³, Länge 200 m, größte Gewölbehöhe 25 m, Spannweite 12 m, die bei Kälte bis — 32 C nach achtjährigem Betriebe zufror, mit Ausnahme der obersten 3 m, die im Winter wasserfrei sind, und des untersten Teiles, der durch Schnee geschützt ist. Endgültiger Schutz nach vergeblichen Dichtungsversuchen durch Ausfüllen der Gewölbe bis 3 m unter der Krone mit Steinschlagbeton 1 : 3 : 3 wie bei einer Schwergewichtsmauer.)

— Hilfsmittel und Einrichtungen für den Bau der Staumauer des Kraftwerkes Wäggital. Von C. Binz, Delsburg. „Schweiz. Techniker-Zeitung" 1925, Nr. 24, Seite 285—289 mit 8 Abbildungen. — (Beschreibung der Baumaschinen, Transportvorrichtungen. Wirtschaftliche Bedeutung einer guten Baueinrichtung. Angabe von praktischen Erfahrungen.)

— Wasserkraftanlagen und Geschiebebewegung. Von Oberbaurat Gelbwachs. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1925, Heft 20, Seite 401—404 mit 9 Abbildungen. — (Rückwirkung von Geschiebe-Ablagerungen auf die Wasserkraftanlagen an der Ill in Feldkirch; Abhilfe durch Verbindung des Unterkanals des oberen Triebwerkes mit dem Oberkanal der städt. E.-W.; Unterfangungsarbeiten an Gebäuden, bauliche Ausführung.)

— Lange Druckrohrleitungen aus Eisenbeton. Von Prof. Dr. Saliger. — Schweiz. Bauztg. 1925, Bd. 86, Heft 14, Seite 171—172 mit 6 Abbildungen. — (Um das Schwinden unschädlich zu machen, muß die Längsbewehrung stark genug sein, um die Längszugkräfte ohne örtlich beschränkte Dehnungen aufzunehmen. Ausführung des 1720 m Rohrstranges von 2,30 m l. W. für das Föhrenwald-Werk bei Wien mit Teilung in Längsabschnitte, Schließen der Fugen.)

— Tensioni e deformazioni nelle roccie per azione termica dell' acqua delle gallerie in presione. (Dehnungen und Formänderungen im Felsen von Druckstollen durch die Wärmewirkung des Wassers). Von Ing. Prof. Puppini. — L'enengia ellettrica, 1925, Heft 9, Seite 864—871 mit 1 Abbildung. — (Rechnerische Verfolgung des Problems, Folgerungen.)

Wasserkraftanlagen.

Zur Kennzeichnung des neueren nordamerikanischen Wasserkraftausbaues. Von Dr.-Ing. R. Tillmann, Wien. „Zeitschr. d. Oest. Ing.- u. Arch.-Vereins", 1926, H. 5/6, S. 47—50, 7 Abb. (Kurzer Ueberblick über die bezügl. Verhältnisse in den Ver. St. v. Nordamerika und Angaben über 11 von der Großbaufirma Stone & Webster Neuyork errichtete Wasserkraftanlagen, die hinsichtlich ihrer Ausführungsart besonders bemerkenswert sind.)

Ausnutzung des oberen Murgsees zu Akkumulierungszwecken. Von H. Wyß. „Schweiz. Bztg.", 1926, Nr. 8, S. 106—108. 8 Abb. (Beschreibung der Bauanlagen: Der obere Murgsee mit einer Seeoberfläche von rd. 170 000 m² ist für eine gesamte Wasserspiegelschwankung von 7,30 m und damit für einen nutzbaren Inhalt von 1 200 000 m³ ausgebaut worden, da die Wassermengenschwankungen des Murgbaches keine regelmäßige Kraft für die an ihm gelegenen Werke gewährleisteten.)

Wasserkraftanlage an der Ager bei Lenzing (Oberösterreich). Von Min.-Rat Ing. Schubert. — „Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver.", 1926, H 15/16, S. 163—166, mit 5 Abb. — (Ausführung des Umbaues der alten Anlage. Neuanlage: Gef. 4,2 (später 4,7) m; 2 vertikale Francisturbinen für je 14 m³/sec mit je 610 PS bei n = 62,5 treiben auf eine gemeinsame horizontale Welle, welche an einem Ende mit 2 Holzschleifern, am anderen Ende mit einem Generator gekuppelt ist. Geschwindigkeits- und Schleiferregler, durch Kupplungen beliebige Betriebsmöglichkeit.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81. Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 8. 9. 1926.

59b, 1. J. 25 459. Dipl.-Ing. Karl Imfeld, München, Kaulbachstraße 77. Schraubenpumpe. 2. 12. 24.

60, 13. S. 66 366. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Anordnung zur selbsttätigen Regelung von Kraftantrieben. 24. 6. 24.

88a, 6. V. 20 024. Firma J. M. Voith, Maschinenfabrik, Heidenheim a. Br. Leitrad für Wasserturbinen oder Kreiselpumpen mit beweglichen Leitschaufeln. 12. 3. 25.

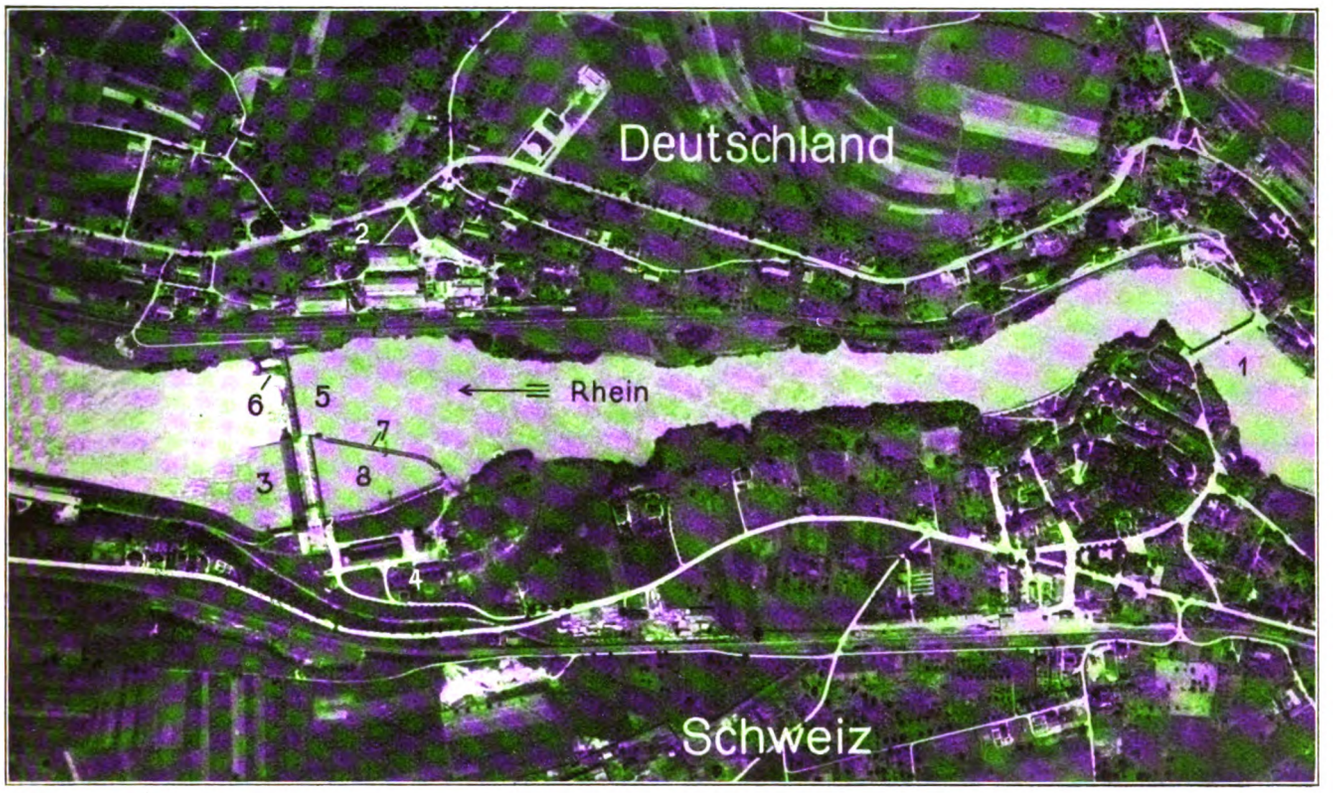
Digitized by Google

II. Baseler Ausstellungs-Heft.

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 16 | **München, 15. August 1926** | **21. Jahrgang**



Kraftwerk Laufenburg am Rhein.
(10×7500 PS; 7,70—11,40 m Gef.)

Ausschnitt aus dem 28 m langen und bis zu 3 m breiten Luftbildplan des Rheines von Konstanz bis Basel i. M. 1 : 5000, zusammengesetzt aus 750 vergrößerten Einzelaufnahmen. — Aufgenommen im Auftrag der Ausstellungsleitung bzw. der Buss A.-G., Basel, vom Konsortium Luftbild G. m. b. H. — Stereographik G. m. b. H., München.

1. Rheinbrücke bei Laufenburg.
2. Ort Rhina.
3. Kraftwerk Laufenburg.
4. Schalthaus.
5. Stauwehr.
6. Schiffsschleuse.
7. Rechen.
8. Einlaufbecken.

Die Ausnützung der Wasserkräfte und die Energiewirtschaft auf der Basler Ausstellung

von H. Roth, beratender Ingenieur, Bern.

Auf der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel gelangt die Entwicklung der Wasserkraftnutzung in einzelnen Ländern Mittel- und Südeuropas zur Darstellung.

Denken wir uns sämtliche verwertbaren Ergebnisse dieser großen Schaustellung in einer Karte Europas eingetragen, dann ist es möglich, Zusammenhänge zu erkennen, und gewisse Schlüsse über den heutigen Stand der Entwicklung zu ziehen. Wir kommen trotz der Vielheit der Motive, welche den Ausbau der Wasserkräfte beschleunigt haben, zur Erkenntnis eines Leitgedankens, welcher seit 30 Jahren in allen Gebieten industrieller Tätigkeit zum Durchbruch ringt.

Die Industrialisierung im Großen, von den Erz- und Kohlengebieten ausgehend, hat Europa erfaßt und stellt Tag für Tag neue und immer wachsende Anforderungen an die Menge der zur Verfügung zu haltenden Energie. Wo Kohle vorhanden

Digitized by Google

oder billig erhältlich ist, wird die Energie aus Kohle erzeugt. Im Süden Europas, im Alpengebiet und in Ländern mit großen Frachtdistanzen und Frachtsätzen wird die Verwertung der Kohle seit dem Kriege auf diejenigen Gebiete beschränkt, in welchen die Wasserkräfte mit der Kohle nicht konkurrieren können.

Die Ausnützung der Wasserkräfte im Großen erfolgte vor dem Kriege infolge beinahe stabiler Kohlenpreise mit wenig Ausnahmen nur im hohen Norden und im engeren Alpengebiet. Seit Kriegsbeginn, besonders aber seit der rapid steigenden Preiskurve für Kohle, setzte eine sprunghaft rasche Entwicklung der Wasserkraftnutzung ein — eine Entwicklung, welche aus den Alpengebieten heraus gegen die kohlenreichen Niederungen zu noch im Fortschreiten begriffen ist.

Heute bei sinkendem Kohlenpreis und nach den neueren Errungenschaften in der maschinellen Ausnützung der Kohle hat sich eine rückläufige Bewegung angemeldet, welche das rasche Tempo der weiteren Wasserkraftausbeute da und dort vielleicht etwas zu hemmen vermag. In diese Atempause — in die Zeit der Besinnung und Ueberprüfung — fällt die Baseler Ausstellung mit der Darstellung des bisher auf dem Gebiete der Wasserkraftnutzung Erreichten und mit all den wertvollen Angaben und Anregungen einer großen Schau.

Der Fachmann wird in der Ausstellung vergebens eine lebhafte Auseinandersetzung zwischen Kohle und Wasserkraft suchen. Um so ausgiebiger mag dieses Thema auf der im Monat September in Basel stattfindenden Weltkraftkonferenz zur Sprache kommen.

Wer die Kenntnisse über die wirtschaftlichen Verhältnisse einzelner Werkgruppen oder über die Gesamtheit der über die Lande verstreuten Wasserkraftanlagen zu mehren gedenkt, kommt nicht auf seine Rechnung. Die Baseler Ausstellung, das sei offen zugegeben, ist zur Hauptsache rein technisch orientiert. Wir dürfen dabei nicht übersehen, daß die Ingenieure einzelner Länder, in denen die Entwicklung im Großen erst seit 6 bis 8 Jahren eingesetzt hat, noch derart im Technischen verstrikt sind, daß sie in der Meisterung betriebstechnischer Probleme und rein bautechnischer Angelegenheiten das Heil erblicken. Man steckt noch mitten im Kampf um das technische Können und ist auf technische Einzelheiten eingestellt. Dieses besondere Interesse wird in Basel reichlich Stoff vorfinden. — Es sind aber auch gute Ansätze, welche über das rein Technische hinausführen, vorhanden.

Wenige Länder, vertreten durch mit Zuverlässigkeit festgestellte Betriebsfaktoren, sind über dieses Stadium der ersten Entwicklung hinaus. Ein kühner Schritt weiter hätte zu außerordentlich interessanten, wirtschaftlichen Zusammenstellungen und Schlußfolgerungen dieser Ländergruppe führen müssen. Hier ist jedoch nicht der Ort zu erläutern, warum dieser Schritt nicht gewagt wurde. Auf der nächsten Internationalen Ausstellung werden wir vielleicht leicht vergleichbare Betriebsergebnisse aller Ländergruppen vorfinden und werden dann auch die Berichterstatter leichtere Arbeit haben.

Da die Ergebnisse der Wasser- und Energiewirtschaft Europas nirgends übersichtlich zusammengestellt sind, beginnen wir mit der beinahe zusammenhanglosen Besprechung der einzelnen mehr oder weniger vollständigen Landesausstellungen nach einer beliebigen Reihenfolge.

Die Ausstellung steht hart an der deutsch-schweizerischen Grenze auf Schweizerboden. Da die Schweiz, um nicht zurückzubleiben, in der Ausnützung der Wasserkräfte zeitlich mit den nordischen Ländern beginnen mußte, sei vor allem der schrittweisen Entwicklung der schweizerischen Energiewirtschaft kurz gedacht.

1. Schweiz.

Im Mittelraum der Halle II liegt für den Fachmann — Plan für Plan — ein ganzes Lehrbuch über die Entwicklung der Wasserkraftnutzung, des Krafttransportes und der Energieverteilung ausgebreitet. Eine Karte der Schweiz mit in Zeitintervallen aufleuchtenden Zentralen zeigt auch dem Laien anschaulich die etwas langsame, aber stetig mit dem Bedarfe wachsende Entwicklung in der Ausnützung der schweizerischen Wasserkräfte. In unmittelbarer Nähe ist das dichte Netz der Hochspannungsleitungen und die verschiedenen Belieferungsgebiete, in denen durch besondere Gesellschaften elektrische Energie an den Verbraucher abgegeben wird, dargestellt.

Von den im Jahre 1925 in der Schweiz aus Wasserkräften erzeugten 3,8 Milliarden kWh wurde nur ein Teil für den allgemeinen Verbrauch an die Bevölkerung augegeben — 530 kWh pro Kopf — obschon die gesamte erzeugte Menge 980 kWh pro Kopf ausmacht. 99,5% der verbrauchten Energie stammt aus Wasserkraftanlagen — 16,4% der total erzeugten Energie wurde im Jahre 1925 ins Ausland exportiert.

Die Installation von 1 720 000 kW (Anschlußwert) samt allen Einrichtungen für Wasserzuleitung, Zentralen wie für Energiefortleitung erforderte ein Kapital von rund 1,2 Milliarden Goldfranken. Da noch etwa 800 Millionen Goldfranken hinzukommen, welche die Stromverbraucher in ihren eigenen Anlagen investiert haben, beträgt das gesamte in der schweizerischen Wasser- und Energiewirtschaft festgelegte Kapital annähernd 2 Milliarden Goldfranken.

Im Laufe der Jahre haben sich aus politischen und wirtschaftlichen Gründen verschiedene Gesellschaften zusammengeschlossen. Dadurch sind mächtige Konzerne enstanden, und es gehören von den Betriebsgesellschaften, welche über größere Leistungen als 500 kW verfügen,

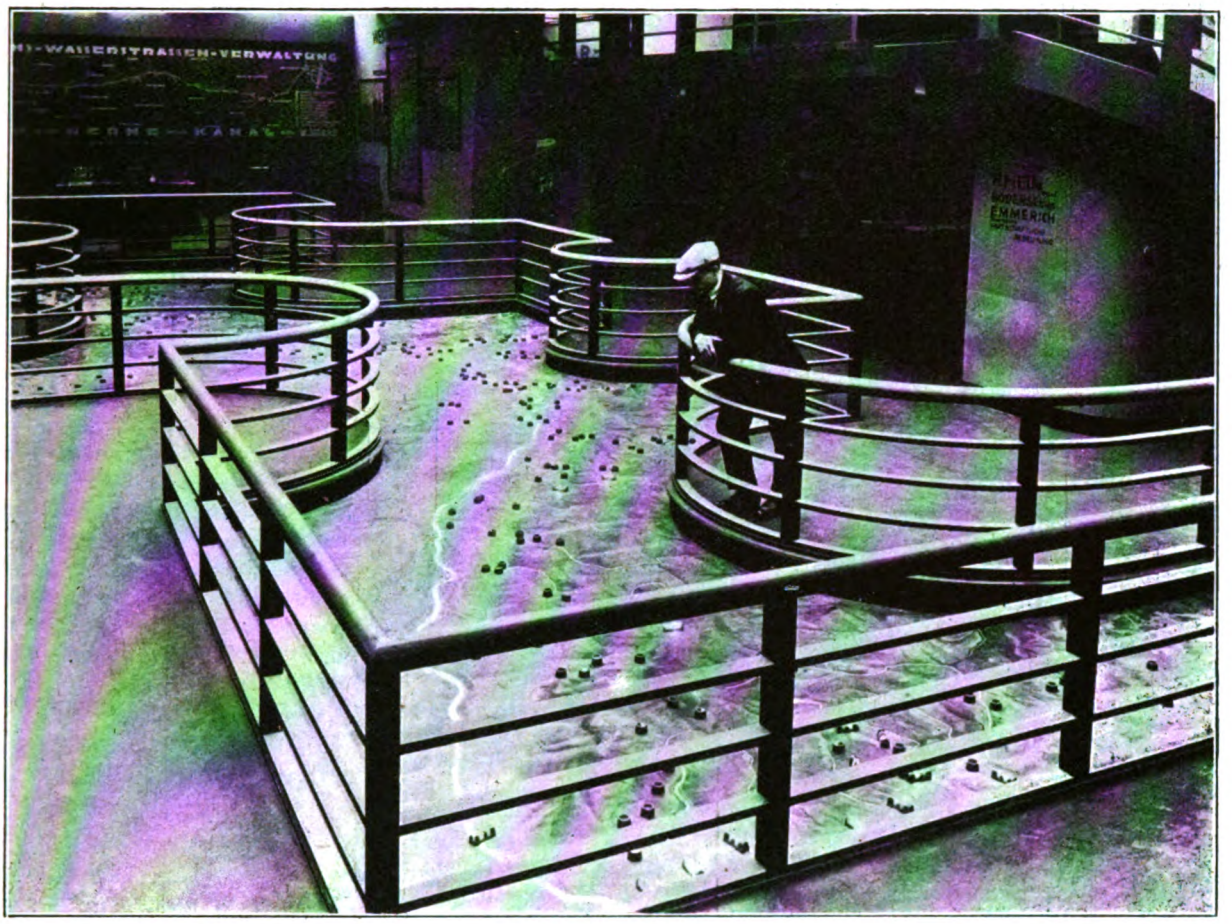
45% den Kantonen und Gemeinden,
42% sind reine Privatbetriebe und
13% sind gemischt-wirtschaftliche Betriebe.

In den zwei ersten Jahrzehnten wurden die schweizerischen Wasserkraftwerke schlecht ausgenützt. In seltenen Fällen erreichte eine einzelne Anlage, bezogen auf die volle installierte Leistung, 3000 Gebrauchsstunden pro Jahr. Der Stromverkauf und die Einnahmen waren entsprechend gering.

Aus verschiedenen Gründen hat sich diese geringe Ausnützung im Laufe der Entwicklung geändert. Einzelne Gesellschaften haben sich rasch entwickelt, und ermöglichen bei weitausgedehnten Leitungsnetzen eine verbesserte Mitarbeit der einzelnen Zentralen. In mehreren Fällen bot sich Gelegenheit zur Zusammenarbeit speicherfähiger Hochdruckwerke mit Flußwerken. Die Verbindung verschiedener Zentralen zu Betriebsgruppen vermindert die unausgenützte Nachtkraft und ermöglicht den Rest der spärlichen Winterwassermengen zur Erzeugung von Tageskraft aufzusparen. Durch den Export und infolge vermehrter und billiger Abgabe überschüssiger Nachtkraft wurde der Durchschnitt der jährlichen Gebrauchsdauer nach und nach wie folgt erhöht:

Gebrauchsdauer vor	1915:	2000—2300	Stunden pro Jahr
„	1919:	4000	„ „ „
„	1925:	5000	„ „ „

Digitized by Google



Uebersichtskarte der Schweizerischen Energieversorgung 1 : 100 000. (Eidgen. Technische Hochschule.) Die Kraftwerke sind durch aufgesetzte Zylinder (grün: Allgemeinversorgung; gelb: Eigenversorgung), die Verbrauchs-Schwerpunkte durch rote Würfel bezeichnet. Die Verbrauchsdichte je km wird durch mehr oder weniger intensive rote Färbung der Karte angedeutet.

Diese Angaben beziehen sich auf die Gesamtheit schweizerischer Werke über 5000 kW Leistung

In einer modellähnlichen Darstellung des schweizerischen Absatzgebietes sind die örtlichen Beziehungen zwischen Krafterzeugung und Kraftverbrauch derart geschickt zusammengestellt, daß solch ein Modell genügt, um dem Betriebsfachmann einen guten Ueberblick über die gesamte schweizerische Energiewirtschaft zu ermöglichen.

Wer sich für großzügige Zukunftspläne schweizerischer Elektrizitätsunternehmungen interessiert oder wer einzelne Betriebsdaten oder wichtige bautechnische Einzelheiten zu kennen wünscht, findet in Halle III (unten und auf der Galerie) eine Menge wertvoller Pläne und Modelle. In der gleichen Halle haben die schweizerischen Unternehmer und Ingenieurbureaus ihre im In- und Ausland ausgeführten Bauten ausgestellt.

Auch die systematische Entwicklung einzelner bautechnischer Teile von Wasserkraftanlagen ist (in unmittelbarster Nähe der betriebstechnischen Ergebnisse) mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Dort kommen Werte von allgemeiner Gültigkeit — in 40jährigem Kampf mit dem beweglichen Element — dem Wasser gewonnen — in übersichtlicher Weise zur Darstellung.

2. Deutschland.

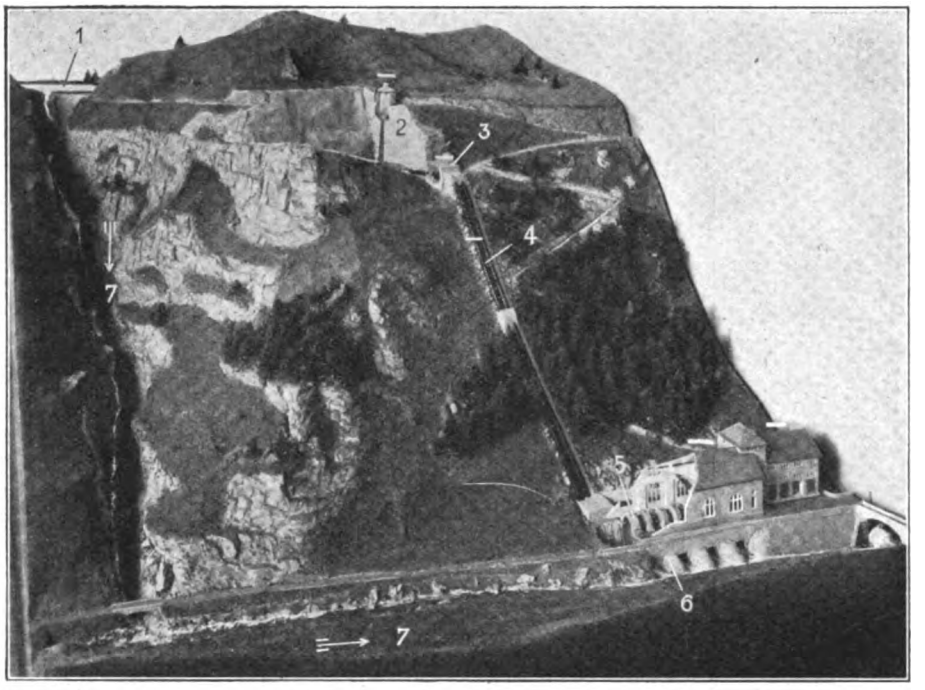
Deutschlands gesamter Energieverbrauch wird zu 40 Milliarden kWh pro Jahr angegeben, wovon rund ein Viertel auf den Bedarf an „Licht und Kraft" entfallen. Ein Siebentel dieses letzteren Bedarfes kann heute schon durch Wasserkraftanlagen gedeckt werden.

Die Ausnützung der Wasserkräfte hat rasche Fortschritte gemacht, spielt jedoch in Deutschland nicht die ausschließlich maßgebende Rolle, wie etwa in der Schweiz oder in Oesterreich. Immerhin vermag die Statistik nachzuweisen, daß 60% des heutigen totalen Kraftbedarfes durch Wasserkräfte gedeckt werden könnten.

Der physikalischen Gestaltung des Reiches entsprechend ist der Reichtum an Wasserkräften ungleich auf die einzelnen Landesteile verteilt. Die südlich gelegenen Staaten Baden und Bayern vermögen über die Hälfte der Gesamtleistung des Reiches aufzubringen. In diesen Gebieten ist die Wasserkraftnutzung im Großen auch am weitesten fortgeschritten, wobei jedes Land den Verhältnissen entsprechend eigene Wege in der Ausnützung der Kraft wie in der Organisation des Krafttransportes und der Kraftverteilung gefunden hat.

In Bayern arbeiten die Werke der „Mittleren Isar" zusammen mit der speicherfähigen Hochdruckanlage am Walchensee. Der Energieausgleich erfolgt einzig vermittelst Speicherung. In Baden sucht man den Kraftausgleich vermittelst Kombination der Rheinwerke mit den speicherfähigen

Digitized by Google



Modell eines Hochdruckwerkes. (EW. der Stadt Basel.) 1: Stausee. — 2: Wasserschloß mit Ausgleichsschacht. — zwischen 1 und 2: Stollen. — 3: Schieberkammer. — 4: Druckrohrleitung. — 5. Turbine im Kraftwerk. — 6: Ablauf zum Unterwasser. — 7: Natürlicher Wasserlauf.
(Abb. S. 188—1932 Foto-Kurier, Wien.)

Schwarzwaldgewässern, eine Verbindung, welche auch infolge des verschiedenen Flußcharakters günstig erscheint.

Die Elektrizitätsversorgung Badens erfolgt zum Teil durch private, zum Teil durch staatliche Werke. („Das Badenwerk".) Letzteres ist in geringem Umfange auf die Miete kalorischer Energie aus Mannheim angewiesen, wird aber je nach der Art des weiteren Ausbaues der Wasserkräfte davon unabhängiger. Im dargestellten Betriebsdiagramm decken die Neckar- und Rheinwerke die 24stündige Grundlast — das Dampfwerk liefert Tageskraft, und die Spitzen und der Rest der Tageskraft werden aus dem bald völlig ausgebauten Murg- und dem speicherfähigen Schwarzenbachwerk bei Forbach herausgeholt.

Die verschiedenen Zentralen arbeiten auf eine süd-nördliche Hauptleitung, welche von Laufenburg über Karlsruhe nach Mannheim und von dort westlich in die Pfalz und nördlich zu den Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerken verläuft. Das Badenwerk bezieht heute über Laufenburg große Sommerenergiemengen vom schweizerischen Sammelnetz und kann im Winter bei Bedarf den schweizerischen Konsumenten etwa 6000 kW Winterkraft abgeben.

Das Zukunftsprogramm des Badenwerkes stützt sich auf eine zweckmäßige Verbindung noch nicht ausgenützter Schwarzwaldgewässer mit den neuen projektierten Werken am Oberrhein zwischen Bodensee und Basel. Diese Kombination ist günstig, weil, wie angedeutet, der alpine Charakter des Rheines das Wasserregime der Schwarzwaldgewässer ergänzt und weil das Schluchseegebiet für die Aufspeicherung großer Wassermengen sich besonders gut eignet. Im dreistufigen Schluchseewerk zwischen Schluchsee und Waldshut (dessen Pläne ausgestellt sind) sollen bei Vollausbau rund 390 000 000 kWh pro Jahr erzeugt werden. Die Energieversorgung Badens kann auf viele Jahrzehnte hinaus allein vermittelst Ausnützung der eigenen Wasserkräfte gedeckt werden.

Günstigere Verhältnisse als im benachbarten Oesterreich treffen wir in Bayern, und zwar unter anderm insofern, als im Lande der vielen Gebirgsseen die Ausnützung der Wasserkräfte jahrzehntelang mit Weitblick vorbereitet und dann bei zwingender Lage mit einem Schlage durchgeführt wurde. Die gewaltigen, wie aus dem Boden gewachsenen Wasserkraftwerke am Walchensee und an der mittleren Isar vermögen in Verbindung mit privaten und bereits früher bestehenden Werken den Landesenergiekonsum für Bahn und Industrie beinahe voll zu decken und schränken den Verbrauch an Kohle in den kalorischen Anlagen nach Möglichkeit ein. Daß man sich dabei genaue Rechenschaft darüber gibt, in welchen Gebieten die hydroelektrische Energie konkurrenzfähig ist, zeigen die Tabellen über die Betriebsumstellung, denen folgende Angaben entnommen sind:

Wenn angenommen wird, daß im Mittel eine Werk-kWh folgendem Kohlengewicht (Normalkohle 7000 Kal.)

für Licht	1,1 kg	
für industrielle Ausnützung	0,2 kg	(Wärme)
für Hausbrand	0,2 kg	
bei Bahnen	1,12 kg	
elektrothermische und elektrochemische Verwertung	0,4 kg	

entspricht, dann ergeben sich in Prozent ausgedrückt die Kohlenmengen nach Zahlentafel I, welche durch Umstellung auf Wasserkraftanlagen erspart werden können.

Zahlentafel I

Verwendungszweck	1926	1926		1921	
	Gesamter Energieverbrauch in Millionen kg Normalkohle	auf Wasserkraft			
		umgestellt	umstellbar	umgestellt	umstellbar
Licht und Kraft . . .	1730	84%	1%	38%	47%
Industrielle Wärme .	2010	—	5	—	5
Hausbrand u. Kleingewerbe	3530	—	5	—	5
Bahnverkehr	1296	18	52	0,5	69 5
Elektrochemie u. Metallurgie	9030	20	11	8	23%

Die Tabelle zeigt den gewaltigen Fortschritt in der Umstellung auf Wasserkraft im Verlaufe von fünf Jahren im Gebiete der allgemeinen Licht- und Kraftversorgung wie im Bahnbetrieb.

Großes Interesse beanspruchen vor allem die Ausarbeitungen der Abteilung für Wasserkraftnutzung und Elektrizitätsversorgung im bayerischen Staatsministerium des Innern, welche zur möglichst zweckmäßigen Bewirtschaftung der staatlichen Wasserkräfte einen allgemeinen Plan aufgestellt hat und die

Digitized by Google

Ausbaumengen und die Ausbaufolge für die einzelnen Flußgebiete feststellt, sowie Richtlinien für die Verwertung der gewonnenen Kräfte gibt. Ueber Bildern, Plänen und Modellen des Walchenseewerkes, der Mittleren Isar und des Bayernwerkes werden sehr beachtenswerte Entwürfe für zwei Großkraftwerke gezeigt, nämlich am Lech bei Roßhaupten und an der Ammer zwischen Oberammergau und Weilheim.

In Preußen sind drei große Gesellschaften (Nordwestdeutsche Kraftwerke AG., Großkraftwerk Hannover und Preußische Kraftwerke Oberweser AG.) derart zusammengeschaltet, daß von Frankfurt a. M. aus eine einheitliche, nordwärts gerichtete Hochspannungsleitung bis in die Gegend von Bremen und Hamburg sich hinzieht, auf welche die verschiedenartigsten Kraftwerke geschaltet sind. Gemäß ausgestellten Diagrammen sind die betriebstechnischen Hauptgesichtspunkte zur Bedienung dieses großen Gebietes längs der erwähnten Hauptleitung folgende:

Die 24stündige Dauerlast müssen die Werke am Main, die Spitzenlast speicherfähige Werke in der Gegend von Kassel liefern. Der Rest — etwas Nachtkraft und den größten Teil der Tageskraft — wird vermittelst großer Dampfkraftwerke gedeckt.

Aehnliche Verhältnisse weist, soweit aus der Ausstellung ersichtlich, die Landesenergieversorgung in Sachsen auf. Nur daß dort die Wasserkraftwerke quantitativ gegenüber den gewaltigen kalorischen Anlagen zurücktreten. Immerhin liefern heute fünf hydraulische Werke mit einer Gesamtheit von etwa 45 000 kW den Beweis, daß das Zusammenspannen von Wasserkraftwerken mit Dampfwerken technisch möglich und wirtschaftlich vorteilhaft ist. Am günstigsten für beide Werkgruppen gestaltet sich die Ausnützung dann, wenn, wie vorgesehen, die kalorischen Werke (85 000 kW) Tag und Nacht voll in Betrieb stehen und die zur Nachtzeit vom allgemeinen Bedarf nicht benötigte Energie an Pumpen abgeben. Das damit in Hochreservoire geförderte Wasser wird tagsüber zur Spitzendeckung verwertet. Der Zusammenschluß des sächsischen und des bayerischen Landesnetzes ermöglicht die Miete von Energie aus den im Süden gelegenen Wasserkraftwerken.

3. Oesterreich.

Wie die Schweiz von Anfang an, so wurde Oesterreich mit Kriegsende vor die Notwendigkeit gestellt, den Kohlenverbrauch, insbesondere aber den Import fremder Kohle auf jede erdenkliche Weise einzuschränken. Zu diesem Zweck wurde vorerst ein Teil der österreichischen Bundesbahnen elektrisiert, indem ein gewönliches Flußwerk mit einem speicherfähigen Hochdruckwerk zu einer Bahngruppe zusammengeschaltet wird. Eine weitere Gruppe ist im Bau und es ist geplant, den steigenden Mehrverbrauch an Kraft aus bahnfremden Werken zu beziehen.

Aber nicht nur die Bahn, sondern jedes einzelne Land ist rastlos bemüht, die reichen Wasserkräfte zunutze zu ziehen. Innerhalb jedes einzelnen Landesgebietes ist mit oder neben früheren Privatbetrieben eine Landesenergieerzeugungs- und Verteilungsgesellschaft geschaffen worden. Die rege Tätigkeit zur Beschaffung elektrischer Energie aus Wasserkräften ist beachtenswert — sind doch in den letzten 4 Jahren in Oesterreich Wasserkraftanlagen entstanden, welche über eine mittlere Jahresleistung von 250 000 PS verfügen. Diese Werke, in welchen zirka 300 Millionen Schilling investiert sind, ersparen der österreichischen Industrie heute schon den Ankauf von zirka 1 Million Tonne Kohle pro Jahr.

Der größte Kraftverbraucher Oesterreichs ist Wien. Diese Stadt hat von verschiedenen Landesgesellschaften und aus eigenen Werken im Jahre 1925 total 416 000 000 kWh bezogen. Die außerordentlich rasche Umstellung auf die Wasserkraftnutzung geht aus folgenden Angaben hervor. Während im Jahre 1913 die Stadt Wien nur 2% der verbrauchten Energie aus Wasserkraftanlagen bezogen hat, konnten 1925 bereits 32% des Gesamtverbrauches aus Wasserkraftwerken gedeckt werden (27% wurden vermittelst fremder, 41% vermittelst eigener Kohle erzeugt).

Da das Maximum der Wasserführung der Donau unterhalb der Ennsmündung auf die Monate Mai bis Juli, das Minimum auf die Monate Oktober bis März fällt, läßt sich ein natürlicher Ausgleich mit den Gebirgsgewässern nicht erzielen, und es müssen, um einen künstlichen Ausgleich zu schaffen, energieverteuernde Speicherbecken im Alpengebiet angelegt werden. Diese Mehrinvestierung hat, solange die Nachfrage nach Energie die Produktionsfähigkeit wesentlich übersteigt, nicht viel zu bedeuten. Die Energiepreise werden eben nach den Gestehungskosten reguliert. Bei später eintretender Sättigung des Energiemarktes und bei scharfer Konkurrenz wird die Höhe der Selbstkosten den Ausschlag geben, ob ein Elektrizitätsunternehmen sich wirtschaftlich noch halten kann.

Von verschiedener Seite wird daher die Forderung erhoben, die bisher etwas zersplitterte Landeselektrizitätswirtschaft sei im Interesse der Bevölkerung und aller beteiligter Kreise zusammenzufassen. Man verspricht sich durch Planmäßigkeit in Erzeugung und Verteilung von Energie Stärkung der Kreditfähigkeit und erhofft damit die weitere Entwicklung des österreichischen Staatswesens zu fördern.

4. Tschechoslowakei.

Die besonderen Verhältnisse der Tschechoslowakei sind der Ausnützung der Wasserkräfte nicht günstig und zwar nicht vom technischen, sondern vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte aus. Die Wasserwirtschaft des Landes richtet sich in erster Linie nach den Schiffahrts- und dann nach den Landwirtschafts-Interessen. Die Gewässer führen in der Regel ihre größten Wassermengen im Winter, die geringsten Mengen im Sommer und weil zu dieser Zeit die Schiffahrt am bedeutendsten ist und die Landwirtschaft für Bewässerung und für Grundwasser hohe Wasserstände außerordentlich gut brauchen kann, gilt als vornehmstes Ziel das Verschieben der Winterwasser auf den Sommer. Zu diesem Zweck werden in den gebirgigen Gegenden große Stauhaltungen geschaffen, welche nach den genannten Bedürfnissen reguliert werden. Sozusagen nebenbei wird die Wasserkraft noch ausgenützt.

An den kanalisierten Flüssen mit 3—6 m Stauhaltung sind neben den Schiffahrtswehren meist kleinere Kraftanlagen angebaut. Die besonderen Verhältnisse des Landes — der große Reichtum an Kohle und an Braunkohle — bringen es jedoch mit sich, daß sich die kleineren Stufen von 3 m nicht rentieren, auch dann nicht, wenn einzig die Kosten der Zentrale allein berücksichtigt werden. Bei höheren Stauhaltungen, 5—6 m, kann die Konkurrenzierung mit elektrischer Energie aus kalorischen Werken gerade noch aufgenommen werden, sofern die Energie nicht weit transportiert werden muß.

Wie die Ausstellung zeigt, ist das Hauptziel der wasserwirtschaftlichen Bestrebungen in der Tschechoslowakei nicht die Regulierung des Wasserabflusses, gemäß den Anforderungen

Digitized by Google

der Energieverbraucher, sondern das Verbessern des Abflusses mit Rücksicht auf die Landwirtschaft und im Interesse der Schiffahrt. Es soll in der Hauptsache der Wasserabfluß der schiffbaren Flüsse Oder und Elbe in den Sommer- und Herbstmonaten ausgeglichen werden.

5. Frankreich.

Frankreich, durch Sorgen in Anspruch genommen, hat die Baseler Ausstellung hinsichtlich der Wasserkraftwirtschaft nicht stark beschickt. Bereits im Jahre 1923 sind in verschiedenen Departements Frankreichs etwa 3,7 Milliarden kWh (bei einem Gesamtverbrauch von 7,7 Milliarden kWh) aus Wasserkräfen gewonnen worden und allein aus den größeren Flüssen (Rhone, Rhein, Dordogne, Durance, Isère usw.) könnten in Zukunft über 2,4 Millionen kW Normalleistung erzielt werden.

Die Ausnützung des Rheines zwischen Basel und Straßburg wird von einer Privatfirma mit Sitz in Paris vermittelst Stauhaltungen im Rheinbett in Vorschlag gebracht. Das offizielle Frankreich und die beteiligten Kraftwerkunternehmen halten unentwegt zur Idee des Seitenkanales. Man gedenkt aus acht Kanalstufen mit etwa 875 000 kW installierter Leistung etwas mehr wie 500 000 kW mittlere jährliche Leistung herauszubringen. Entsprechende Pläne, sowie detaillierte Angaben über die oberste Kanalstufe Kembs sind ausgestellt. Bekanntlich hat Deutschland gemäß Wortlaut des Versailler Vertrages Anspruch auf die Hälfte des Wertes der im Seitenkanal tatsächlich gewonnenen Energie.

Aus offiziellen statistischen Angaben pro 1923 kann Departementsweise ersehen werden: Abgabe an hydraulischer Energie, Abgabe an thermischer Energie, entsprechende Abgabe pro Kopf der Bevölkerung und — was wesentlich ist — Angabe der jährlichen Gebrauchsdauer.

Die Daten auf der Ausstellung zeigen, daß die Ausnützung der thermischen Zentralen keine gute ist. Selten werden 3000 Stunden überschritten, meist wird nur eine Gebrauchsdauer von 1500—2000 Stunden pro Jahr erreicht. Im Gegensatz dazu werden die Wasserkraftanlagen besser ausgenützt, kommt doch die durchschnittliche Gebrauchsdauer in neun Departements über 6000 Stunden pro Jahr. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß diese Gebrauchsdauerangaben sich nicht auf die installierte Leistung, sondern auf die normalerweise vorhandene Leistung beziehen.

Eine weitere Tabelle gibt Anhaltspunkte über die auf den km² gelieferte Energie und zeigt die starke Variation im Energieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung. Diese variiert, ähnlich wie in Italien, sehr stark, z. B. im Jahre 1923 von 6 bis auf 532 kWh pro Einwohner je nach Departement. Es ist zu bedauern, daß die in den erwähnten Tabellen versteckte Arbeit nicht in ebenso anschaulicher Weise wie in der italienischen Ausstellung zur Darstellung gelangt ist.

Daß sich auch die privaten Eisenbahngesellschaften mit dem Problem der Elektrisierung befassen, zeigen Pläne der Chemins de fer du Midi und der Gesellschaft Paris-Orléans..

Grenoble zieht Nutzen aus den savoyschen Gewässern und die Städte Toulouse und Bordeau werden von in den Pyrenäen gelegenen Zentralen bedient. Die von dort gegen Frankreich zu abfließenden Gewässer liefern heute bereits etwa 150 000 kW und können bei fortgesetztem Ausbau weitere 570 000 kW abgeben.

6. Spanien.

ist in ähnlicher Lage wie Italien, verfügt jedoch weder über eine rasch aufblühende Industrie, noch über ebenso günstige Wasserverhältnisse. Während die Flüsse der Alpen und des Apennin sich im allgemeinen doch noch ergänzen, gehen in Spanien sämtliche Gewässer im Sommer und Herbst derart stark zurück, daß nur diejenigen Flüsse, an welchen große Staubecken geschaffen werden können, sich zur Kraftgewinnung im Großen eignen.

7. Italien.

Italien hat vor dem Kriege einen beträchtlichen Teil der benötigten Energie aus thermischen Zentralen bezogen. Nach Kriegsende, beim Sinken der Lira, wurde der hohe Kohlenpreis zum Anstoß, die reichen Wasserkräfte des Alpengebietes der Industrie Oberitaliens nutzbar zu machen. Folgende Tabelle zeigt das Eiltempo, mit welchem hierbei vorgegangen wurde.

Als ausnützbar sind angegeben .	4 790 000 PS.
Davon sind ausgenützt	2 300 000 PS
und in Installation begriffen etwa	1 000 000 PS.

Der Bedarf an Energie ist in Oberitalien am größten und es werden

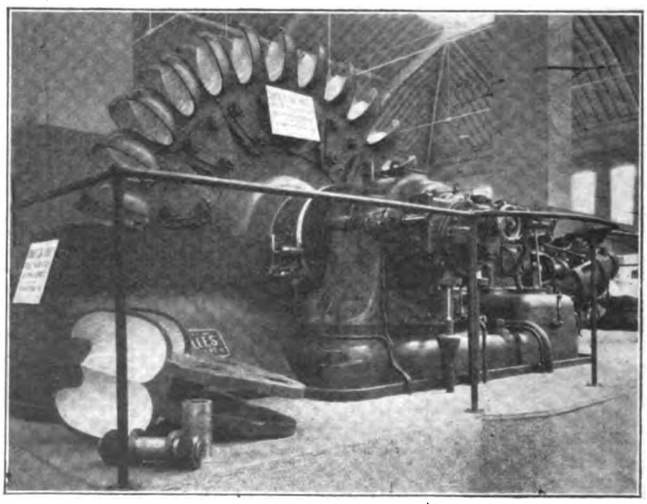
in Piemont	heute	mehr	als	600 000 PS
in der Lombardei	„	„	„	500 000 PS
in Venetien	„	„	„	350 000 PS

ausgenützt.

Leider gehen die Leistungen dieser Wasserkraftanlagen entsprechend dem alpinen Charakter der Gewässer in der Winterszeit stark zurück und ist es wie anderwärts notwendig, große Staubecken anzulegen.

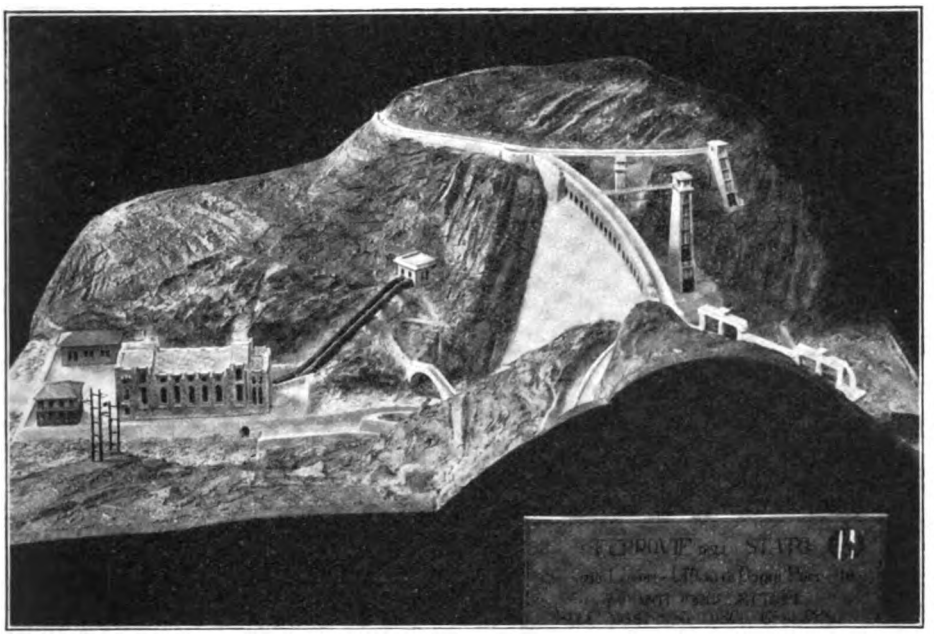
In den Alpen sind bereits Staubecken für über 700 000 000 kWh Reserveenergie ausgebaut und es sollen in kurzem eine weitere Million kWh hinzukommen. Entsprechende Angaben über Becken im Apenningebiet weisen 300 000 000 kWh und nach Vollendung der im Bau befindlichen Talsperren 400 000 000 kWh Reserveenergie auf.

Die totale mittlere Monatsproduktion aus Wasserkraftanlagen beträgt etwa 600 000 000 kWh. Von Interesse sind einige Mitteilungen über das investierte Kapital und über die Produktionsfähigkeit.



Freistrahlturbine für das Kraftwerk Vernayaz der SBB. (Ateliers des Charmilles SA., Genf.) H = 630 m; N = 18 600 PS.

Digitized by Google



Talsperre und Wasserkraftwerk Suviana. (Kgl. Italienisches Verkehrsministerium.) Eine 88 m hohe Mauer staut den Fluß Limentra di Treppio: Beckeninhalt 40 Millionen m³. Kraftwerksgefälle 72 m, Wassermenge 8,2 m³/sec. Leistung 5900 PS.

In Wasserkraftanlagen investiertes Kapital 1915 550 Mill. Goldlire
" " " " 1925 2300 " "
Totale Energieproduktion 1915 2 500 000 000 kWh
" " 1925 7 100 000 000 kWh

Die maximale Energieproduktion pro Kopf der Bevölkerung wurde im Jahre 1925 in Ligurien mit 693 kWh erreicht. Der Lichtkonsum allein beträgt im Gebiete der größten Konsumdichte 30 kWh pro Kopf der Bevölkerung und pro Jahr.

Obige Ergebnisse sind in Plänen außerordentlich übersichtlich dargestellt. Daneben befinden sich große beleuchtete Landkarten, aus welchen der Ausbau des italienischen Leitungsnetzes und die mit der Zeit fortschreitende Installation neuer, hydroelektrischer Zentralen ersichtlich ist, ferner Karten der Staubecken, Diagramme über die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie. Lichtbilder und Zeichnungen einzelner Anlagen vervollständigen das Bild: Val d'Aosta, Oberetsch, Rom, Ponale, Sardinien, Trezzo d'Adda, Barbellino, Pescara sind vertreten neben interessanten Einzelheiten, wie eine Francisturbine von 54 000 PS, eine Peltonturbine von 40 000 PS usw.

Die drei mächtigsten oberitalienischen Gesellschaften Conti, Edison und SIP (Preda) haben für sich kleine Privatausstellungen, wohlausgestattet mit Modellen, Reliefs, Plänen der Zentrale und der sich zum Teil übergreifenden Absatzgebiete, veranstaltet.

Die Gewinnung elektrischer Energie aus Wasserkräften ist, wie die Ausstellungsergebnisse zeigen, trotz der bald vierzigjährigen Entwicklung kaum über das Anfangsstadium heraus. Einzelne Länder haben 5—10%, andere 15—20% (allerdings die günstigsten) sämtlicher Wasserkräfte ausgebaut.

Für die Kraftnutzung stehen in Europa außer den vielen kleinen und größeren Projekten zwischen den Seealpen und den steirischen Alpen noch zwei gewaltige Kraftbringer zur Verfügung. Es sind dies:

Der Rhein vom Bodensee bis Straßburg mit etwa 1 385 000 kW (installiert),

die Rhone von Genf bis Avignon mit etwa 815 000 kW (Normalleistung).

Beide Flüsse sind in der Ausstellung des öfteren aufgeführt und werden, dem Stand der Vorarbeiten entsprechend, in je zwei Unterabschnitte unterteilt.

Lyon—Avignon mit etwa 435 000 kW
und
Basel—Straßburg mit etwa 785 000 kW

sind noch im Projekt und es wird die restlose Ausbeutung dieser Flußstrecken wohl der kommenden Generation überlassen werden müssen. In den obern Gebieten sind jedoch bereits etwa 120 000 kW zwischen Bodensee und Basel und etwa 45 000 kW zwischen Genf und Lyon ausgenützt.

Die Ausnützung der gewaltigen Kraftreserven am Rhein und an der Rhone beträgt demnach heutzutage noch keine 10%. Dem Wasserbauer bleibt somit die dankbare Aufgabe, die beste Lösung der schönsten Stufen, wie „Génissiat" unterhalb Genf und wie der „Rheinfall" bei Schaffhausen, noch herauszufinden. Verschiedene Lösungen sind in der Baseler Ausstellung zu sehen — vielleicht wird der eine oder andere Besucher durch das Ausgestellte angeregt, die zweckentsprechendste Lösung für diese zwei mächtigen Wasserwerke mit zusammen über 270 000 PS zu finden.

Die gut beschickte Ausstellung verdient Beachtung. Selten wird dem Wasserbauer Gelegenheit geboten, in solch reicher Auswahl — vom Modell bis zum Detailplan — Einsicht in die verschiedenartigsten Kraftwerkentwürfe zu nehmen. Der Betriebsfachmann findet Leitungsschemas mehrerer Länder und von einzelnen davon wertvolle Betriebsfaktoren über Ausnützung der Zentralen, Leistungsdiagramme, Konsumdichte und gelegentlich auch über investierte Geldmittel.

An verschiedenen Modellen wird dem Laien die Zusammenarbeit eines Niederdruckwerkes mit einem speicherfähigen Hochdruckwerk vorgelegt. Jedermann — speziell aber der Fachmann — wird die Baseler Ausstellung mit Gewinn und mit hoher Befriedigung durchwandern — wäre es auch nur, um die Erkenntnis zu gewinnen, wie in jedem Lande, je nach den Mitteln und den Anforderungen, etwas andere Wege zur Beschaffung elektrischer Energie aus Wasserkraftwerken eingeschlagen werden müssen. (W. 810.)

Digitized by Google

Binnenschiffahrt und Wasserwirtschaft auf der Internationalen Ausstellung Basel 1926.

Von Oberregierungsrat Hesselberger, München.

Die Stadt Basel rechtfertigt schon durch ihre Lage die Veranstaltung einer internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. Für die Schiffahrt auf dem Rhein bildet der neue Rheinhafen in Klein-Hüningen, welcher in diesem Jahre eröffnet wird, den oberen Endpunkt und zugleich die Verbindung mit der Schweiz. Die Rheinstrecke oberhalb Basel, welche in ihren Krümmungs- und Gefällsverhältnissen bereits einen ausgesprochenen Gebirgsflußcharakter aufweist, ist anderseits bemerkenswert durch die außerordentlich leistungsfähigen Kraftwerke, welche in der letzten Zeit dort entstanden sind.

Die Beteiligung der interessierten Länder an der Ausstellung ist eine sehr rege geworden, so daß der aufmerksame Besucher ein anschauliches Bild darüber bekommt, was in den einzelnen Ländern auf dem Gebiete der Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung geleistet wurde und wird, und welche Bedeutung die Ströme und Seen für die Fragen des Güteraustausches und des internationalen Verkehres überhaupt haben.

Die in geschmackvollem modernen Stil erbauten Ausstellungsgebäude, welche auf der rechten Rheinseite in der Nähe des badischen Bahnhofes errichtet sind, zeigen in vier großen Hallen, auf Gruppen verteilt, die Darbietungen von 13 Ländern, sowie von den interessierten Industrieen, Schiffahrtsgesellschaften usw., welche zum Teil trotz der schlechten wirtschaftlichen Lage erhebliche Anstrengungen gemacht haben.

Von den kleineren Gruppen bringt Belgien in der Hauptsache Pläne, Ansichten und Diagramme von Schiffahrtskanälen, Hafenanlagen und Dammprojekten, u. a. auch aus dem Kongo.

Die Niederlande zeigen sehr hübsche Modelle der Häfen von Amsterdam und Rotterdam, die bis ins kleinste Detail durchgearbeitet sind, ferner Pläne über den Wasserweg Rotterdam—Nordsee, den Nordsee-Kanal, den Schleusenbau Ymuiden, die Maaskanalisierung und den Maas-Waal-Kanal, ferner Modelle einer Kaimauer moderner und älterer Bauart.

Polen und die Tschechoslowakei beschränken ihre Ausstellung auf Karten und Pläne ihrer Schiffahrtsstraßen und Wasserkraftwerke, sowie auf einige Projekte von Staubeckenanlagen.

Ungarn bringt Pläne von den Budapester Hafenanlagen mit Einzelheiten über Schiffschleusen, Kaianlagen, Lagerhäuser und Krananlagen. Belebend wirken die von der ungarischen Fluß- und Seeschiffahrtsgesellschaft ausgestellten Bilder und Modelle von Personendampfern, Schleppschiffen und Remorqueuren.

Einen wesentlich breiteren Raum nimmt die Oesterreichische Schau ein. Die Versuchsanstalt für Wasserbau, die schiffbautechnische Versuchsanstalt und die Donaustromverwaltung zeigen wertvolle Arbeiten über Geschiebebewegung, Strömungserscheinungen in Buhnenfeldern, Verbesserung von Schiffsformen und Propellern, über die Donauregulierung und ihre Einwirkung auf den Schiffsverkehr. Modelle von Personen- und Schleppdampfern, von Warenbooten und Motorfrachtschiffen, von Verladeanlagen und Schwimmdocks veranschaulichen die Bedeutung der Großschiffahrt auf der Donau und die große Leistungsfähigkeit der österreichischen Schiffbauindustrie. Daß Oesterreich auch auf dem Gebiete der Wasserkraftnutzung Bedeutendes leistet, beweisen die von der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen ausgestellten Pläne und Abbildungen vom Bau und von den Entwürfen der großen Kraftwerke: Ruetzwerk, Spullerseewerk, Stubachwerk, Mallnitzwerk und Achenseekraftwerk. Die Bundeshauptstadt Wien zeigt Pläne des Ybbskraftwerkes Opponitz, der Verband der Elektrizitätswerke Oberösterreich-Salzburg solche der Kraftwerke Partenstein. Kärnten, Vorarlberg und Tirol sind gleichfalls mit einer Fülle von Material über Speicherwerke, Staumauern, Hochdruckanlagen usw. vertreten.

Reichhaltig ist auch der Stoff, welchen Frankreich und Italien zur Schau bringen. Ersteres zeigt von seinen Schiffahrtsstraßen, hauptsächlich der Seine, Loire und Rhone, sowie von seinem weitverzweigten Kanalnetz eine große Auswahl von Modellen, Plänen, Karten, Bildern, Statistiken und Zeichnungen. Auch der Rhein ist nicht vergessen. Interessant für den Wasserbauingenieur sind einige Modelle von eigenartigen Konstruktionen von Schleusen und Ueberfallschützen. Gegenüber der Schiffahrt tritt die Wasserkraftausnützung ziemlich stark zurück. Man sieht lediglich einiges Wenige über das Kembser Kraftwerk und über Verteilungseinrichtungen und Ausrüstungsgegenstände. In der italienischen Schau findet ein aufmerksamer Beobachter viel Bemerkenswertes auf dem Gebiete der Flußregulierung (Tiber und Po), der Schiffahrtskanäle (Savona—Turin, Mailand—Comersee, Mailand—Po usw.), von Hafenanlagen (Genua, Livorno, Pavia, Cremona, S. Paolo). Daß auch auf dem Gebiete der Wasserkraftnutzung Italien gut vertreten ist, wurde schon in den vorhergehenden Ausführungen gesagt.

Die schweizerische Schau legt naturgemäß ihr Schwergewicht auf die Wasserkraftnutzung. Dies ist begreiflich, wenn man bedenkt, daß die in der Schweiz insgesamt ausnutzbare Kraft auf etwa 6 Millionen PS geschätzt wird, von denen im Jahre 1888 erst etwa 0,12 Millionen PS ausgenützt waren, im Jahre 1925 aber bereits 1,82 Millionen PS. Wasser- und Energiewirtschaft ist in der Schweiz eng verbunden, so daß es möglich ist, Hochdruckspeicherwerke mit nicht ausgeglichenen Niederdruckwerken zweckmäßig zu verbinden und so die Anlagen wirtschaftlich auszunützen. Diese Entwicklung wird in sehr anschaulicher Weise durch große Wandkarten mit Lichtpunktdarstellung veranschaulicht mit Erläuterungen und Tabellen der charakteristischen Daten ausgewählter Werke, wobei auch das Verhältnis zur Kohleneinfuhr entsprechend gewürdigt wird. Besonders lehrreich ist die Darstellung der Entwicklung der Konstruktion für die baulichen Teile der hydro-elektrischen Werke durch typische Beispiele, und zwar der allgemeinen Situierung von reinen Stauanlagen, Kanalwerken und Akkumulierwerken, der festen, beweglichen und automatischen Wehre, nebst Darstellungen über Wehrbewegung, Wasserabfluß und Kolkbildung, der Maschinenhausquerschnitte von Niederdruckwerken, der Staumauern und Staudämme nebst Berechnungen, der Wasserführung an Flüssen, an Tages- und Saisonspeichern, der Wasserschlösser, der Druckleitungen, der Entlastungsanlagen, der Zuleitungs- und Druckstollen.

Nun zur deutschen Schau. Vorweg sei gesagt, daß dieselbe, sowohl was den äußeren Rahmen und die Aufmachung, als auch was Gehalt und Umfang betrifft, ohne Zweifel mit an erster Stelle steht und ein glänzendes Beispiel für deutsche

Digitized by Google

Gründlichkeit darstellt. Räumlich ist die deutsche Schau in sämtlichen vier Hallen untergebracht, und zwar die Hauptschau in den Hallen I und II, die Schau der Städte, Hafenverwaltungen, Reedereien und sonstigen Firmen in den Hallen III und IV, teils in geschlossenen Gruppen vereinigt, teils mit den ausländischen Ausstellern gleicher Gebiete vermischt. Sachlich umfaßt die Schau drei Hauptgebiete: Wassenschaftliche und Versuchsanstalten, Binnenschiffahrtsstraßen und Wasserkraftnutzung.

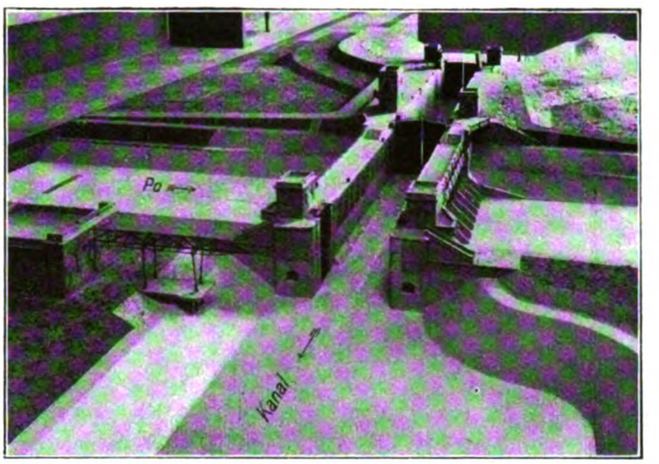
Auf keinem Gebiete der Technik ist es so notwendig und ersprießlich, die Ergebnisse theoretischer Berechnungen durch praktische Versuche zu erproben und ergänzen, wie auf dem Gebiete des Wasser- und Flußbaues. Eine einigermaßen einwandfreie Beurteilung der Wasserwirtschaft eines Gewässers ist nicht möglich, wenn nicht ausreichende Beobachtungen über die Wasserstände, die Grundwasser- und Abflußverhältnisse, über das Verhältins von Regen-, Abfluß-, Verdunstungs- und Versickerungsmenge usw. vorliegen. Noch mehr aber ist dies notwendig, wenn es sich darum handelt, die Wirkung fließenden Wassers auf das Flußbett oder auf Einbauten festzustellen, oder über die Bewegung des Wassers im Boden, in Rohrleitungen und Turbinen, über die Wirkung von Klappen, Toren, über die Form von Schützen, Grundablässen, Schiffschrauben u. dgl. Klarheit zu bekommen. Von den staatlichen Anstalten, welche in Deutschland für diese Zwecke arbeiten, sind auf der deutschen Schau vertreten:

die preußische Versuchsanstalt für Gewässerkunde;
die preußische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin;
die hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt;
die Versuchsanstalten der technischen Hochschulen in Dresden, Karlsruhe, Hannover, Berlin und München;
das Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung in Göttingen.

Es würde zu weit führen, das außerordentlich reichhaltige Material, welches diese Anstalten vorführen, im einzelnen zu beschreiben, es mögen jedoch einige besonders bemerkenswerte Objekte erwähnt werden:

ein betriebsfähiges Modell zweier Schleusen alter und neuer Konstruktion, wobei die Vorteile der neuen Füllungseinrichtungen für eine ruhige Lage des Schiffes und eine geringere Trossenbeanspruchung ersichtlich werden;
ein betriebsfähiges Modell, welches den Angriff des Schraubenstrahles eines Schleppdampfers auf die Kanalsohle zeigt und beweist, daß dieser Angriff geringer ist bei zwei Schrauben und dazwischenliegendem Ruderblatt, als bei einer Schraube mit dahinterliegendem Ruderblatt;
Strömungsaufnahme an Molen (Hafeneinfahrten);
schiffbauliche Versuche hinsichtlich Ermittlung der besten Schiffsform und Abmessungen der Schiffsschraube;
Schiffs- und Bootsmodelle;
Logvorrichtung für Flußschiffe;
Flußbaugerinne und hydraulische Gerinne mit Versuchen über die Wirkung des Wassers an Brückenpfeilern, auf sandigem Boden unter dem Einfluß von Querbauten, über Wanderung von Sinkstoffen in gekrümmten Flußstrecken, über Entstehung von Kolken unter der Einwirkung von Brückenpfeilern und Wehren, über die Wasserbewegung bei den verschiedenen Arten von Turbinen und Pumpen usw.

Das zweite Gebiet umfaßt die Binnenschiffahrtsstraßen. Der planmäßige Ausbau der großen Ströme Deutschlands ist erst in der neueren Zeit erfolgt und verteilt



Schiffsschleuse Volta Grimana. (Kgl. Italienisches Wasserwirtschaftsamt.) Die Schleuse kreuzt zum Teil ein Seitenarm des Po; sie ist zweiteilig, so daß bei kurzen Schleppzügen nur eine Hälfte gefüllt bzw. entleert werden muß und die Schleusungszeit dadurch abgekürzt wird.

sich auf fast alle deutschen Staaten. Eine große Karte der deutschen Wasserstraßen, von Professor Seewald (Köln) gemalt, zeigt in künstlerischer Form den Umfang des gesamten deutschen Wasserstraßennetzes, welches außer den natürlichen schiffbaren Flüssen Rhein, Donau, Weser, Elbe, Oder und Weichsel an wichtigeren Kanälen und Kanalisierungen folgende umfaßt:

Dortmund-Ems-Kanal,
Oder-Spree-Kanal,
Teltow-Kanal,
Rhein-Weser-Kanal,
Hohenzollern-Kanal,
Oder-Weichsel-Kanal,
Kanalisierung des Maines von Gustavsburg bis Aschaffenburg,
„ der Fulda,
„ der oberen Oder,
„ der Aller,
„ der Nogat.

An Plänen zur Herstellung neuer und zur Verbesserung vorhandener Wasserstraßen, soweit sie bisher in Angriff genommen wurden, sind zu sehen:

Mittelland-Kanal,
Ihle- und Plauer Kanal,
Oder-Spree-Kanal,
Ausbau des Pregels zwischen Insterburg und Groß-Bubainen,
Neckerkanalisierung zwischen Mannheim und Plochingen,
Rhein-Main-Donau-Wasserstraße,
Hunte-Ems-Kanal.

Bei der Ausstellung des Rheinstromes interessiert besonders ein Modell der Bingerlochstrecke (1 : 500), welches naturgetreu aus 350 Querschnitten zusammengestellt ist und so ein richtiges Bild dieser für die Schiffahrt gefährlichsten und für den Ausbau des Fahrwassers schwierigsten Stelle des ganzen Rheines darstellt. Viel Sehenswertes wird gezeigt über die in den Jahren 1817—1866 nach den Plänen von Tulla durchgeführte Rheinkorrektion, über die Goldwäscherei und den Salmenfang am Rhein, über die Schiffsmühlen und die Entwicklung der Rheinhäfer, angefangen von den ersten Ländeplätzen bis zu den gewaltigen Duisburg-Ruhrorter Anlagen.

Die im Bau befindliche Neckar-Donau-Verbindung von Mannheim bis Ulm und ihre Abzweigung zum Bodensee

Digitized by Google

mit der damit verbundenen Ausnützung von Wasserkräften wird dem Beschauer in Uebersichtskarten, Höhenplänen und Schaubildern der Bauarbeiten vor Augen geführt.

Die Entwicklung des Gedankens einer Rhein-Main-Donau-Wasserstraße zeigt die Rhein-Main-Donau-AG. in geschmackvollem Rahmen, indem sie von der fossa Carolina, vom Ludwigskanal und von der geplanten Großschiffahrtsstraße Karten und Schaubilder bringt, ebenso von den Bauarbeiten an der Kachletstufe bei Passau, außerdem Modelle von diesem Stauwerk[1]) und von der bereits fertigen Staustufe Viereth bei Bamberg.

Von den norddeutschen Kanälen sind zu erwähnen Schaubilder des Uebergangs des Ems-Hannover-Kanales über die Weser bei Minden, der Schleusenanlage Anderten, ein Modell des Bremer Weserwehres, Lagepläne der Elbe und Oder vor und nach der Regulierung, ein Modell der Schleusentreppe bei Niederfinow, ferner ein sehr schönes betriebsfähiges Modell eines Schiffshebewerkes mit senkrechter Hebung für Niederfinow, mit Ausgleich des Troggewichtes durch an Drahtseilen hängende Gewichte, nach den Plänen des Reichsverkehrsministeriums. Bemerkenswert ist hiebei der Antrieb und die Bremsung der zu bewegenden Massen, welche in der Weise erfolgen, daß an vier Punkten des Troges Ritzel auf senkrecht stehende, am Gerüst befestigte Zahnstangenleitern arbeiten. Am Trog befinden sich Schraubenspindeln von etwa 2 m Länge, die in Mutterbacken, die mit dem Führungsgerüst fest verbunden sind, laufen und im Gefahrfalle selbsttätig eine Bremsung bewirken.

Die Art und Weise, wie an den deutschen Strömen der Gefahr einer Eisstoßbildung begegnet wird, wird durch das Modell eines Eisbrechdampfers in Tätigkeit in außerordentlich wirkungsvoller Weise veranschaulicht.

Nicht minder eindrucksvoll ist das Modell über die Befeuerung des Schiffahrtsweges Swinemünde—Stettin, welches in betriebsfähiger Form zeigt, welche Bedeutung die Seezeichen, Leuchtfeuer und Fahrwasserbezeichnungen für die Schiffahrt haben.

Modelle von Rheinschiffen, Schleppkähnen, Kettenschleppdampfern, Laderaumbaggern usw. vervollständigen das Bild vom Wesen und der Bedeutung der deutschen Binnenschiffahrt.

Leider ist die Zeit, die dem gewöhnlichen Sterblichen zur Besichtigung einer derart umfangreichen Fachausstellung zur Verfügung steht, allzu kurz. Sie genügt, um einen allgemeinen Ueberblick zu bekommen und das eine oder andere etwas genauer zu betrachten. Sie genügt aber, um die Ueberzeugung zu gewinnen, daß Deutschland auf seine Leistungen auf dem Gebiete der Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung stolz sein darf. (W. 812.)

[1]) Abbildungen dieses Modelles siehe diese Zeitschrift Heft 14, S. 163.

Wirtschaftliche Vorteile beim Zusammenarbeiten mehrerer Kraftwerke.

Praktische Erfahrungen in Schweden.[1])

Von Oberingenieur Sten Velander, Malmö (Schweden).

Zusammenarbeiten von Kraftwerken in größerem Maßstabe findet in Schweden nicht nur bei den Anlagen des Staates, sondern auch bei denen der Südschwedischen Kraftaktiengesellschaft statt, weshalb die dabei gesammelten Erfahrungen von allgemeinem Interesse sein dürften. Ungefähr vor 5 Jahren wurden drei verschiedene Kraftgesellschaften zu einer einzigen vereinigt. Dies Unternehmen versorgt jetzt die Hauptteile Südschwedens, ist ferner mit sämtlichen Kraftwerken auf der dänischen Hauptinsel Seeland zusammengekuppelt und arbeitet mit anderen kleineren Kraftwerken in Südschweden zusammen.[2]) Insgesamt arbeiten also etwa fünfzig Kraftwerke parallel. Die Ausdehnung des elektrisch gekuppelten Netzes übertrifft die des Bayernwerknetzes. Die totale Leistung ist aber kleiner und beträgt nur etwa 200 000 kVA, wovon ungefähr die Hälfte Dampfkraft ist.

Die Sammelschienenleitungen werden mit 50 kV betrieben, sind aber in großem Umfange für 132 kV gebaut. Im Verhältnis zu den Entfernungen ist 50 kV eine niedrige Spannung, der Parallelbetrieb geht aber sehr gut. Die Spannung wird durch Transformatoren mit Wicklungsschaltern, die Umschaltung unter Belastung gestatten, sowie durch Phasenschiebung reguliert. Die gesamte maximale Reaktanz der Transformatoren und der Leitungen zwischen zwei Kraftwerken entspricht beinahe 900 km Leitung für 50 kV. Bei dieser Spannung dürfte Parallelbetrieb zweier Kraftwerke auf längere Entfernung kaum vorkommen. Die Stabilität ist trotzdem sehr gut. Also ist auch über solche Entfernungen der Parallelbetrieb technisch durchführbar, seine Vorteile sind hauptsächlich wirtschaftliche. Auch hier liegen gute Erfahrungen vor.

Die Wasserkraftwerke liegen an verschiedenen Flüssen, deren Abflußkurven aber von derselben Art sind: Wassermangel im Sommer und Hochwasser im Winter. Die absolut geringste Wasserführung tritt in beinahe sämtlichen Flüssen zugleich ein, weswegen kein größerer Ausgleich stattfinden kann. Man erzielt durch das Parallelarbeiten mehrerer Flüsse, daß die Kohlenkraftwerke, die bei Wassermangel die Energieproduktion ergänzen sollen, nur um etwa 5% verkleinert werden können. Die verschiedenen Abflußkurven zeigen jedoch in anderer Beziehung so große Verschiedenheiten und Verschiebungen, daß die Energiemenge aus Kohlenkraft, die während der wasserarmen Monate nötig ist, durch den Parallelbetrieb sehr viel verkleinert werden kann. Schwierigkeiten durch Eis treten nicht gleichzeitig in den verschiedenen Flüssen auf. Eine vollständige Ausnutzbarkeit des Wassers ist allerdings nur zu erreichen durch Zusammenkupplung der südschwedischen Wasserkraftwerke mit den Werken in den nordschwedischen und norwegischen Flüssen mit ihrer alpinen Abflußcharakteristik, also Wassermangel im Winter.

Sind die verschiedenen Flüsse einander gleich in bezug auf Wasserführung, werden doch die Kraftwerke sehr verschieden. Sowohl Flußkraftwerke wie auch Speicherkraftwerke sind vorhanden. Es gibt in einigen Flüssen Jahresspeicher. Es ist viel vorher wertloses Wasser durch diese Zusammen-

[1]) Nach Aufsätzen in „Teknisk Tidskrift, Avd. Elektroteknik" Jahrgang 1926, Seite 19 und 50.
[2]) vgl. Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 87, und 1925/26, S. 36.

Digitized by Google

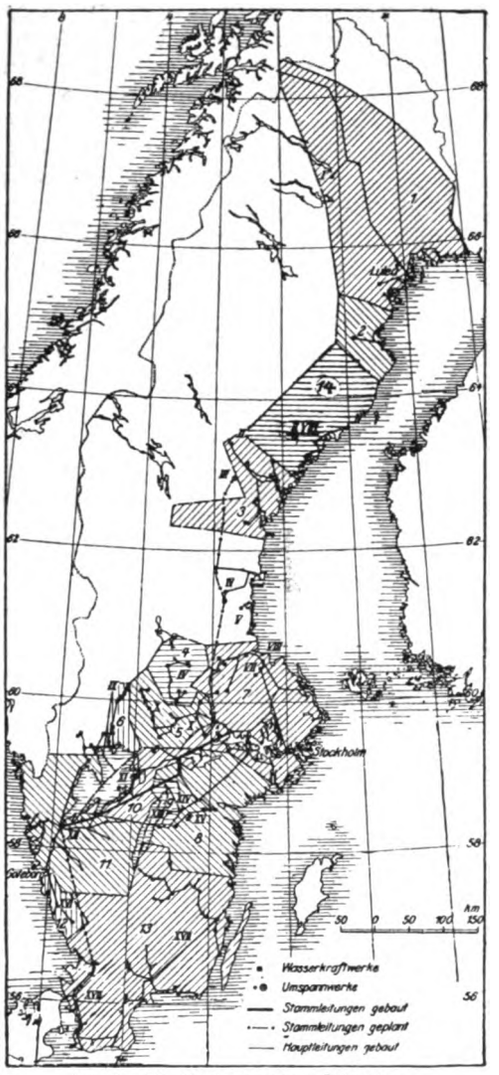


Abb. 1. Die Kraftversorgung Schwedens.

kupplung der Kraftwerke nutzbar gemacht worden. Der Ausbau neuer Kraftwerke kann auch rationeller geplant werden. Bei einer Gefällstufe, die sich vorzüglich für eine Bautype, beispielsweise als Spitzenkraftwerk, eignet, können diese Vorteile voll nutzbar gemacht werden, weil dieses Kraftwerk für das ganze Gebiet die Spitzenleistung liefern kann.

Die Kosten der Dampfkraftreserve bei Wassermangel werden auch niedriger, weil ein großes Aggregat an einer Stelle mehrere kleine Maschinen an verschiedenen Plätzen ersetzen kann. Reserveturbinen in den Wasserkraftwerken sind nicht mehr nötig. Die Revision findet während der wasserarmen Zeiten statt. Uebrigens dienen die Dampfkraftwerke als Reserve für sämtliche etwa fünfzig Wasserturbinen, die der Gesellschaft gehören.

Reserveleitungen sind auch nicht in demselben Umfange nötig, weil die Hauptbelastungspunkte von verschiedenen Leitungen und Kraftwerken gespeist werden können. Dadurch werden auch die Leitungsrevisionen einfacher. Zu gewissen Jahreszeiten können Leitungsteile wochenlang für Revision ohne Betriebsschwierigkeit ausgeschaltet werden.

Die größten Vorteile der Zusammenkupplung mehrerer Kraftwerke liegen aber darin, daß der Durchschnittswirkungsgrad der Wasserkraftwerke vergrößert werden kann. Dieser Vorteil und der große Wert desselben sind vielleicht nicht völlig berücksichtigt worden. Bei einem Dampfkraftwerk ist jetzt die Notwendigkeit, den Brennstoffverbrauch pro kWh zu vermindern, selbstverständlich. Sobald Wassermangel vorhanden ist oder das Wasser aufgespeichert werden kann, ist aber jedes m³ Wasser gleichwertig mit einer gewissen Kohlenmenge. Wie viele Techniker sind sich darüber klar und haben die wirtschaftlichen Konsequenzen daraus gezogen? Ist es wirklich klar, daß in solchen Ländern wie in Bayern, in der Schweiz und in Schweden der wirtschaftliche Betrieb von größerer Wichtigkeit bei Wasserkraftwerken als bei Dampfkraftwerken ist? Die Wasserkraftenergie beträgt nämlich mehr als 90% der Gesamtenergie und je mehr die Seen als Jahresspeicher ausgenutzt werden können, desto näher rückt der Zeitpunkt, wo jedes m³ Wasser während des ganzen Jahres mit Kohlen gleichwertig ist. Um bessere Wasserwirtschaft zu erreichen, genügt es nicht nur, wirtschaftliche Turbinen zu verwenden, sondern der ganze Betrieb muß so geordnet werden, daß der Durchschnittswirkungsgrad so viel wie möglich dem Maximalwirkungsgrad sich nähert. Dabei ist der Parallelbetrieb vieler Kraftwerke von größtem Wert.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Turbinen immer mit bestem Wirkungsgrad arbeiten. Das ist sehr leicht zu sagen, aber bedeutend schwieriger zu machen. Zuerst muß jeder Maschinist genau wissen, wo der beste Wirkungsgrad der Turbine liegt. Gibt man aber eine gewisse Belastung, bei welcher der Wirkungsgrad ein Maximum ist, dann schwankt diese Belastung mit der anderthalbfachen Potenz des Gefälles. Diese Schwankungen erschweren den wirtschaftlichen Betrieb sehr; deswegen war es notwendig, andere Grundwerte als die Belastung zu verwenden. Zuletzt wurde eine gute Lösung gefunden, indem man die Leitschaufelöffnung des größten Wirkungsgrades angibt. In Verbindung mit der Regulierwelle wird ein Zeiger mit gut sichtbarer und ablesbarer Skala für die Leitschaufelöffnung angeordnet. (Abb. 2) Auf dieser Skala wird für verschiedene Gefälle die günstigste Stellung angegeben. Wie Abb. 2 zeigt, verändert sich die günstigste Leitschaufelöffnung nicht viel mit dem Gefälle. Für das gewöhnliche Gefälle wird über die Skala ein Verlustdiagramm gezeichnet. Dies Diagramm zeigt, wie viele Kilowatt bei anderen Leitschaufelöffnungen verloren gehen, weil das Wasser nicht mit bestem Wirkungsgrad ausgenutzt wird. Für andere Fallhöhen gibt eine Parallelverschiebung der Verlustkurve genügend zuverlässige Resultate. Diese Verlustdiagramme geben den Maschinisten ein klares Bild und eine augenblickliche Erinnerung an die Folgen, falls

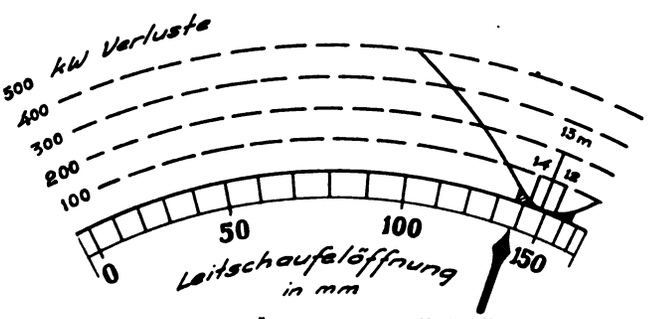


Abb. 2. Leitschaufel-Öffnungszeiger mit Verlustdiagramm.

Digitized by Google

der Leitschaufelöffnungszeiger das Gebiet des besten Wirkungsgrades verlassen sollte.

Die Turbinen müssen aber jeden Augenblick genau den gesamten Verbrauch leisten, andernfalls wird die Periodenzahl zu groß oder zu klein. Falls keine besonderen Maßnahmen getroffen werden, müssen die Maschinisten oft, um die richtige Periodenzahl halten zu können, mit ungünstiger Belastung und mit schlechtem Wirkungsgrad fahren. Es gibt aber Maßnahmen gegen diese Unwirtschaftlichkeiten.

Zuerst ist für jede Turbine ein gewisser beiderseitiger Spielraum für die günstigste Leitschaufelöffnung erlaubt. Die Größe des Spielraumes ist so gewählt, daß innerhalb desselben die Verluste verhältnismäßig klein werden. In Abb. 2 ist dieser Spielraum schraffiert. Bei Vergrößerung der Netzbelastung übernehmen sämtliche Turbinen mehr Last, aber nur bis zur oberen Grenze des erwähnten Spielraumes. Falls bei weiterer Belastungsvergrößerung die Periodenzahl mehr als ½ bis 1% zu klein wird, haben die Maschinisten eine neue Turbine in einem bestimmten Kraftwerke in Betrieb zu setzen. In einigen Minuten hat diese Turbine Last übernommen und ist auf den besten Wirkungsgrad einreguliert. Gleichzeitig geht die Periodenzahl auf den Normalwert zurück und bei den anderen Turbinen können die Leitschaufelöffnungen auf den günstigsten Wert oder vielleicht ein wenig darunter zurückreguliert werden. Die Gesamtzahl der parallelarbeitenden Turbinen ist aber so groß, daß auch bei Inbetriebsetzung einer der größten Turbinen die vorher in Betrieb befindlichen Turbinen höchstens bis zur unteren Grenze des gestatteten Spielraums herunterreguliert werden müssen.

Die Turbinenregulatoren haben bei diesem Betriebsverfahren Schwierigkeiten gemacht. Besonders bei den modernen Regulatoren mit automatischer Nachregulierung auf geringen Ungleichförmigkeitsgrad werden scheinbar ohne Grund die Leitschaufeln über einen großen Teil des Reguliergebietes hin und her verschoben. Um die günstigste Leitschaufelöffnung beibehalten zu können, werden die Regulatoren mit verstellbaren Sperrvorrichtungen ausgerüstet. Diese Sperrvorrichtungen verhindern die Regulatoren über eine gewisse obere Grenze zu öffnen. Größere momentane Belastungsvergrößerungen kommen in so großen Netzen nicht vor, deswegen kann ohne weiteres die maximale Leitschaufelöffnung begrenzt werden. Noch besser wäre ein Regulator, der eine dem besten Wirkungsgrad entsprechende Leitschaufelöffnung automatisch einstellt und erst bei größeren Drehzahländerungen von dem günstigsten Gebiet der Turbine wegreguliert. Die Turbinenlieferanten haben hier eine wichtige Aufgabe. Es wäre auch wünschenswert, daß der Ungleichförmigkeitsgrad verstellbar wäre, um der Form der Wirkungsgradkurve angepaßt werden zu können. Bei einer flachen Wirkungsgradkurve, wie die der Kaplanturbine, wäre eine kleine Ungleichförmigkeit das beste, bei einer Lawaczeckturbine dagegen muß die Ungleichförmigkeit groß sein.

Bis zur Einführung neuer, einer guten Wasserwirtschaft besonders angepaßter Regulatoren hat die Anordnung einer Sperrvorrichtung am Regulator den Betrieb mit beinahe dem besten Wirkungsgrad ermöglicht.

Bei einer kleinen Vergrößerung der Belastung dürfen aber nicht in verschiedenen Kraftwerken neue Turbinen in Betrieb gesetzt werden. Dieses wird durch ein vollständiges Betriebsschema für sämtliche Kraftwerke verhindert. Die Totalbelastung kann jederzeit mit einer Genauigkeit von 5 bis 10% vorausberechnet werden. Die meisten Kraftwerke können dann an voraus bestimmten Zeiten ihre Turbinen in Betrieb setzen oder abstellen. Der nicht vorausberechnungsbare Belastungsteil wird von einem oder zwei Kraftwerken mit genügender Speicherfähigkeit geliefert. Bei Aufstellung des Betriebsschemas werden die Betriebszeiten der verschiedenen Turbinen der Lage, dem Wasserzufluß, den Speicherverhältnissen usw. des betreffenden Kraftwerkes so angepaßt, daß der Wirkungsgrad des ganzen Systems der größtmöglichste wird.

Ein solcher Betrieb mit dem Wirkungsgrad als Hauptmerkmal hat einen Durchschnittswirkungsgrad nur einige Prozent unter dem Maximalwirkungsgrad ermöglicht. Dieses Betriebsresultat dürfte die normalen Ergebnisse anderer Kraftwerke erheblich übertreffen. In diesen zwei Prozent sind dann auch die Speicherverluste usw. abhängig von dem Energieaustausch zwischen Nacht und Tag enthalten.

Eine rationelle Verwendung der Speicher der Kraftwerke gleicht die Leitungsbelastungen aus und vermindert die Leitungsverluste. Der Wirkungsgrad wird also nicht nur bei den Kraftwerken, sondern auch bei den Leitungen erheblich verbessert. Durch eine zweckmäßig verteilte Phasenschiebung werden die Hauptleitungen vom Transport der Blindleistung entlastet und die Verluste noch mehr verkleinert. Die Minderung der Verluste allein rentiert eine beinahe vollständige Phasenkompensierung. Die schmiegsamere und bessere Spannungsregulierung kommt als besonderer Vorteil dazu.

Zusammenfassend gesagt bietet das Parallelarbeiten mehrerer Kraftwerke große Vorteile; um so größer, je mehr Kraftwerke im Parallelbetrieb zusammengekuppelt sind. Hoffentlich wird eine Erweiterung des nationalen sowie des internationalen Zusammenarbeitens auf dem Gebiet der Krafterzeugung durchgeführt und dadurch eine erhöhte Betriebssicherheit und eine billigere Energieproduktion erreicht.

(W. 802.)

Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen.

Von Professor Dr. A. Staus.

Auf der Londoner Weltkraftkonferenz 1924 wurden von den englischen Vereinigungen der Zivil- und Maschinen-Ingenieure Normen für die Untersuchung hydraulischer Kraftanlagen aufgestellt und in deren Anhang auch die Wassermessungsmethoden besprochen. Es erregt einiges Befremden, daß unter diesen Methoden nicht, ähnlich wie bei den deutschen und Schweizer Normen, der hydrometrische Flügel an erster Stelle steht, sondern lediglich für Messungen in offenen Gerinnen, beinahe nur so nebenher, erwähnt wird. Die Gründe hierfür wurden von L. A. Ott in seinem Aufsatz „Wassermessungen bei Wasserkraftanlagen" im Wasserkraft-Jahrbuch 1924 ausführlich dargelegt.

Digitized by Google

Auf dem europäischen Kontinent ist man anderer Ansicht. Bei der Untersuchung von Wasserkraftanlagen, mag die Wasserzuleitung in offenen Kanälen oder geschlossenen Rohrleitungen erfolgen, wird hier vom hydrometrischen Flügel ein solch umfassender Gebrauch gemacht, daß alle anderen Methoden dagegen zurücktreten, oder doch nur zum Vergleichsversuch für die Flügelmessung herangezogen werden. Worin dieses allgemeine Vertrauen in die Flügelmessung beruhte, ist eigentlich schwer zu sagen. Fast schien es eine Gewöhnung zu sein. Da aber auch, wie nicht geleugnet werden kann, oft falsche Messungen gemacht werden und dadurch schwere Zweifel an der Genauigkeit der Flügelmessungen aufgetaucht sind, wurde Verfasser von befreundeter Seite aufgefordert, sein über diese Frage gesammeltes Material zu veröffentlichen. Es ist dies in einer soeben bei Springer in Berlin erschienenen kleinen Schrift mit gleichlautendem Titel geschehen. Darin sind systematisch zunächst einmal alle Möglichkeiten, Fehler zu begehen, bei der Wahl der Meßstelle, bei der Profilaufnahme, mit dem hydrometrischen Flügel selbst, bei der Zeitmessung, bei der Art und Durchführung der Geschwindigkeitsmessung und beim Berechnungsverfahren aufgedeckt und in ihrer Einzelauswirkung besprochen. Ueber das Verhalten der Flügel bei schrägen Strömungen und in Wandungsnähe konnten dabei bisher unveröffentlichte Untersuchungen verwertet werden. Auch für die Verbesserung der Zeitmessung (Stoppuhr mit Ablesung von $^1/_{10}$ und Schätzung von $^1/_{30}$ Sekunde, Chronograph) sind die letzten Erfahrungen herangezogen worden.

Zum Schluß ist der Gesamtgenauigkeitsgrad von Flügelmessungen durch Beispiele an Hand aller dem Verfasser bekannt gewordenen Vergleichsmessungen belegt. Die geringe Ausbeute der bisherigen Literatur wurde erweitert durch eigene Versuche, Mitteilungen von Zivilingenieuren und Firmen, Arbeiten der Schweizer Normenkommission und in letzter Stunde durch die vor kurzem erschienenen „Untersuchungen über Wassermessungen" des Schweizerischen Amtes für Wasserwirtschaft. Es ergibt sich schließlich der erfreuliche Schluß, daß der Wassermessung mit dem hydrometrischen Flügel bei der nötigen Sorgfalt, Umsicht und Sachkenntnis ein erstaunlich hoher Genauigkeitsgrad innewohnt, der nach allen Erfahrungen von keiner anderen in Frage kommenden Wassermessungsmethode erreicht oder übertroffen wird.

Ein sehr eingehender Literaturnachweis ermöglicht jedem Leser, zu den Quellen zurückzugehen und bei Bedarf sich noch eingehender zu informieren. (W. 811.)

Rundschau

Ueber den Schutz von Eisen- und Betonbauten bei Wasserkraftanlagen und dgl. Zur Abdichtung von Turbinenkammern ist in erster Linie die sachgemäße Ausführung der Betonarbeiten und ein sorgfältig hergestellter Zementverputz notwendig. Da aber manches Wasser, namentlich Wasser aus Waldgebieten, infolge seines Kohlensäuregehalts oder durch Hinzutreten von Moorwässern, den Zementverputz angreift und dadurch u. U. mit der Zeit dessen Undichtigkeit herbeiführt, so ist es in den meisten Fällen zur Sicherung der Dichtigkeit empfehlenswert, den Zementverputz mit Inertol-Anstrich (Hersteller Firma Paul Lechner, Inertolfabrik, Stuttgart) zu versehen. Das bedeutet meist keine Verteuerung der Anlage, weil bei Verwendung von Inertol-Anstrichen das Glattschleifen des Putzes entbehrt werden kann, ja sogar unzweckmäßig ist. Will man einen Anstrich auf dem Zementputz anbringen, so ist es besser, diesen etwas rauh zu lassen und ihn nur mit der Scheibe, nicht mit der Stahlkelle zu glätten, weil auf einem etwas rauheren Verputz die Anstrichmasse besser „einwurzeln" kann. Solche Inertol-Anstriche sind übrigens nicht nur ein Notbehelf, sondern sie haben, wie sich immer mehr herausstellt, gerade bei den neuen Betonbauten nicht unwichtige Funktionen zu erfüllen. Solange der Beton jung ist, enthält er noch ziemlich viel ungebundenen Aetzkalk, der erst mit dem Fortschreiten der Erhärtung im Laufe von mehreren Jahren sich mit der gleichfalls noch ungebunden vorhandenen Kieselsäure verbindet. Gerade in diesem Zustand ist es für den Beton nach den vorliegenden Untersuchungen von Wert, wenn er zwar im Innern feucht bleibt, aber nicht von Wasser durchspült wird, denn das durchspülende Wasser nimmt den freien Aetzkalk mit, was hin und wieder an den im Volksmund „Salpeterausblühungen" genannten Ausschwitzungen zu sehen ist. Der herausgespülte Aetzkalk verbindet sich an der Luft mit der Kohlensäure und bildet den weißen kohlensauren Kalk. Wenn Betonbauwerke längere Zeit unbenützt stehen, aber dabei der Sonne ausgesetzt sind, haben Inertol-Anstriche die gleich günstige Wirkung, wie sie durch das Abdecken mit feuchten Säcken erreicht wird. Unter dem Inertol-Anstrich erhärtet der Beton gleichmäßiger und Schwindrißbildung bleibt vermieden.

Die abdichtende Wirkung der Inertol-Anstriche ermöglicht es, auch Eisen, im Wasser vor Rostbildung zu schützen. Das reine trockene Eisen wird mit dem Inertol in gewohnter Weise wie mit einer Farbe überstrichen. Nötig sind mindestens zwei Anstriche. Ist eine Grundierung mit Mennige vorhanden, die aber nicht notwendig ist, so genügt auch ein Inertol-Anstrich.

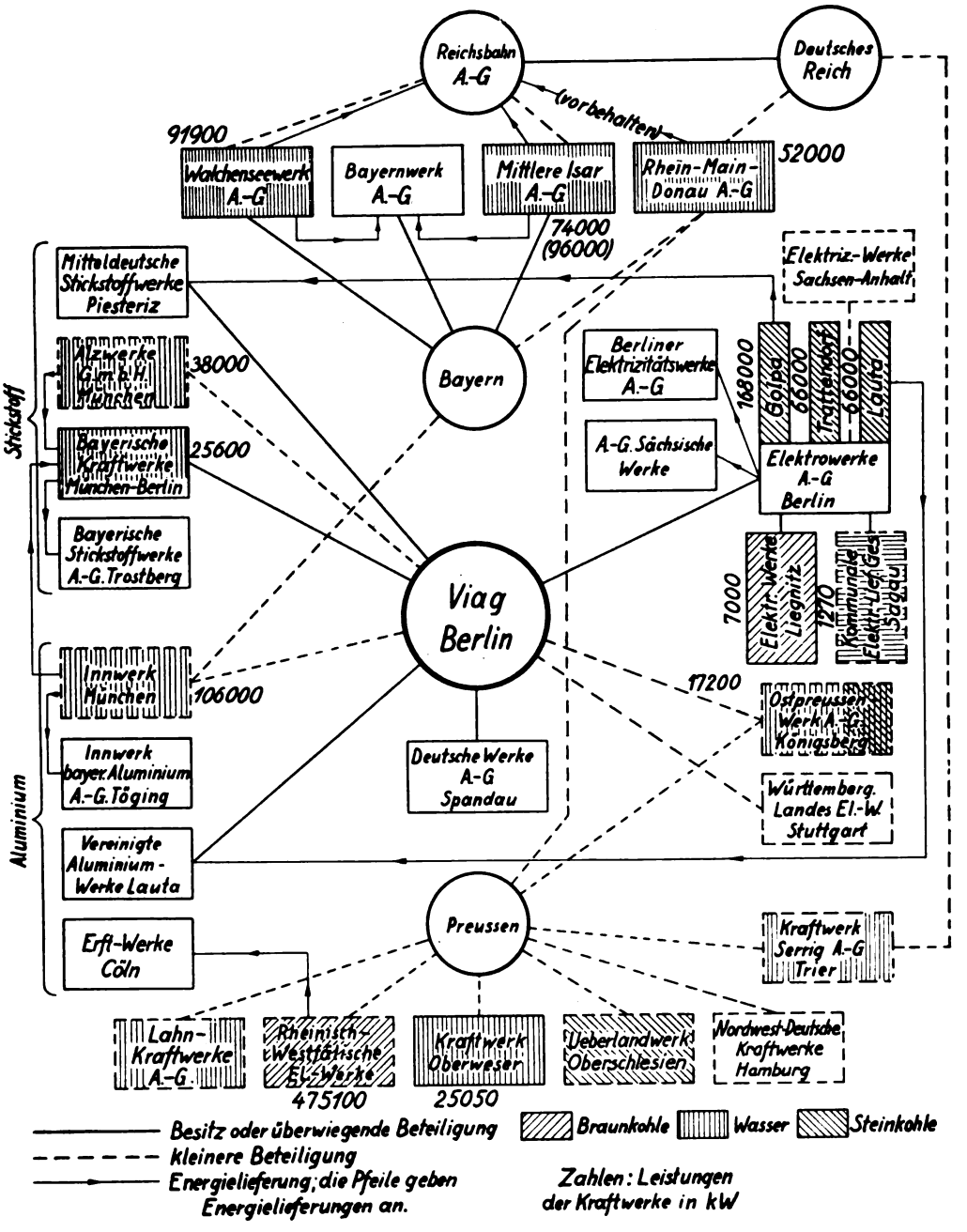
Beim Murgwerk, Walchenseekraftwerk, bei den Wasserkraftwerken an der mittleren Isar, bei dem Illerkraftwerk, beim Heimbachkraftwerk, bei der Vöhrenbachtalsperre usw. finden die Inertol-Anstriche neuerdings Verwendung.

Wem ein gutes, haltbares Anstrichmittel für Beton und Eisen namentlich unter Wasser bisher gefehlt hat, mache gelegentlich einen Versuch mit diesem Inertol. Daneben gibt es bekanntlich noch zahlreiche bewährte Anstrichmittel, aber wenn es sich um Schutz gegen Wasser handelt, liest man doch am häufigsten von Inertol, das gegen Feuchtigkeit besonders schutzkräftig zu sein scheint, während es zu Anstrichen im Freien seiner schwarzen Farbe wegen sich weniger eignet. (W. 752.)

Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26 erscheint
zur Weltkraftkonferenz
Ende dieses Monats. — Vgl. letzte Umschlagseite

Digitized by Google

Der Anteil des Reiches an der Energiewirtschaft.



Durch die Viag (Vereinigte Industriewerke A.G.), deren sämtliche Aktien im Besitz des Deutschen Reiches sind, ist dasselbe teils allein, teils mehr oder weniger maßgebend an einer Reihe von Kraftwerksunternehmungen und kraftverbrauchenden Industrien beteiligt. Aehnlich hat auch die Deutsche Reichsbahn A.G., deren Aktien ebenfalls in Händen des Reiches liegen, sich Beteiligungen an Wasserkraftunternehmungen des bayerischen Staates zur Stromversorgung der Bahnen gesichert. Die beigefügte Darstellung zeigt die kapitalistischen und energiewirtschaftlichen Zusammenhänge dieser Beteiligungen, auch insoweit die sonst noch beteiligten Länder Bayern und Preußen in Frage kommen. Das Reich ist über die Viag in weitem Umfang an der Erzeugung wichtiger Fabrikate, Stickstoff und Aluminium, an Braunkohle und an bayerischen Großwasserkräften beteiligt, auch in geringerem Maße an der Allgemeinversorgung in Ostpreußen, Rheinland-Westfalen und Württemberg. Das Land Preußen dehnt seine Beteiligungen an der Allgemeinversorgung dauernd weiter aus.

Ueber die Energie-Erzeugung und -Verwertung hinaus ist die Viag und damit das Reich auch Besitzerin der Deutschen Werke A.G. Spandau, welche bekanntlich aus den früheren staatlichen Kriegsmaterialfabriken hervorgegangen sind. An Finanzunternehmungen sind im Besitz der Viag die Reichskredit-Gesellschaft in Berlin als Finanzierungsinstitut für die Viag, ferner die Deutsche Revisions- und Treuhandgesellschaft in Berlin und die Industriegelände-Gesellschaft in Dresden. (W. 814.)

Digitized by Google

School-Street-Kraftwerk. Paul F. Kruse berichtet im „Power" vom 9. 3. 1926 über die School-Street-Anlage der Cohoes Kraft- und Lichtgesellschaft, Cohoes, Neuyork, in der der Einbauraum für eine 10 000 PS Wasserturbine so umgestaltet wurde, daß eine 16 000 PS-Maschine eingesetzt werden konnte. Die Anlage arbeitete von 1914 bis 1923 mit vier Turbinen à 10 000 PS, Platz für eine fünfte Turbine mit 10 000 PS Leistung war schon beim ersten Ausbau 1914 vorgesehen worden. Saugrohr, Turbinenkammer und ein Stück Druckleitung im Krafthaus-Fundament waren schon vorhanden. Letzteres konnte überhaupt nicht, an ersteren sollte so wenig wie möglich geändert werden. Anfangs nahm man eine Vergrößerung der Leistung auf 14 000 PS in Aussicht, eingehende Modellversuche bei der S. Morgan Smith Company ergaben jedoch die Möglichkeit eines 16 000 PS Aggregates. Einige charakteristische Versuchskurven sind in Figur 1 zu sehen:

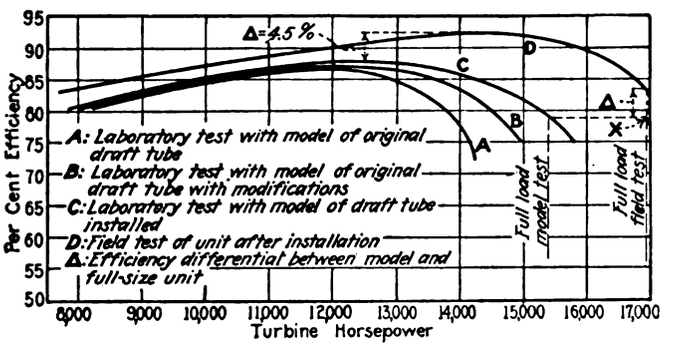

Per Cent Efficiency
Turbine Horsepower
Δ=4.5%
A: Laboratory test with model of original draft tube
B: Laboratory test with model of original draft tube with modifications
C: Laboratory test with model of draft tube installed
D: Field test of unit after installation
Δ: Efficiency differential between model and full-size unit
Full load model test
Full load field test

Abb 1. Wirkungsgrade der Turbine.
A: Untersuchung am Modell des vorhandenen Saugrohrs.
B: „ „ „ „ „ „ mit einigen Aenderungen.
C: Untersuchung am Modell des schließlich ausgeführten Saugrohrs.
D: Bremsung der fertigen Anlage.

Dabei sind die Wirkungskurven der Versuche nach Umrechnung der im Modellversuch gemessenen Leistungen auf die Leistungen der großen Anlage aufgetragen. Die Verbesserung der Wirkungsgrade und die Erhöhung der Leistung kommt durch die Verwendung des Saugrohres nach Abbildung 2 zustande.

Die auf 1 m Gefälle und 1 m Durchmesser umgerechneten Daten des verwendeten Laufrades sind: $n_1' = 70$ pro Minute
$Q_1' = 1400$ l/sec.

Man kann das Saugrohr in drei Zonen zerlegen:

1. vom Saugrohreintritt (a) bis zum Ende des konischen Teiles (b),
2. vom Ende des konischen Teiles (b) bis zum Anfang des horizontalen Ablaufes (c),
3. vom Anfang des horizontalen Ablaufes (c) bis zum Saugrohraustritt (d).

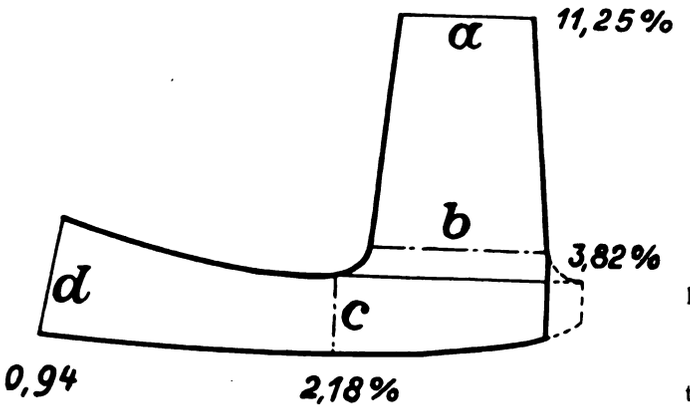


Abb. 2. Saugrohr.

Die Geschwindigkeitsenergie bei 16 000 PS Leistung ist in den Querschnitten

a) 11,25% des Gefälles
b) 3,82% „ „
c) 2,18% „ „
d) 0,94% „ „

Man nehme an, daß ein gewöhnlicher Krümmer, etwa der ursprünglich vorhandene die gesamte Energiedifferenz mit 60% Wirkungsgrad umzusetzen imstande ist, daß also in ihm 6,18% zurückgewonnen werden; man nehme ferner an, daß die konische Düse von a bis b mit 80% und der Ablauf von c bis d ebenfalls mit 80% Wirkungsgrad „arbeite", während zwischen den Querschnitten b und c überhaupt kein Energierückgewinn stattfinde, so beträgt die gesamte in dem schließlich ausgeführten Saugrohr zurückgewonnene Energie 6,94%. Dabei ist zu bedenken, daß für einen normalen Krümmer ein Wirkungsgrad von 60% sehr hoch ist, während für die Vergleichsrechnung die untere Grenze der Teilwirkungsgrade der einzelnen Zonen eingesetzt wurde. In der Tatsache, daß in dem konischen Stück von a bis b die Abnahme der Geschwindigkeitshöhe 7,43% des Gefälles beträgt und dieser Betrag mit den, den konischen, schwach erweiternden Düsen eigentümlichen hohen Wirkungsgraden umgesetzt wird, liegt das Geheimnis des Erfolges der neuen Saugrohrform. (W. 734.)

Schilhansl.

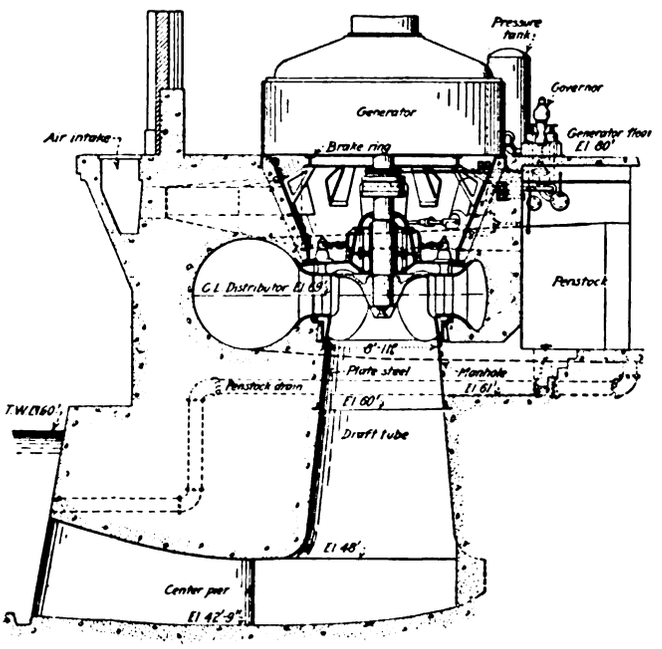


Abb. 3. 16 000 PS-Turbine im School-Street-Kraftwerk.

Energiewirtschaft.

Beteiligung des Württembergischen Staates am Ausbau der Vorarlberger Wasserkräfte.

Der Württembergische Landtag hat am 26. Juni einer Beteiligung des württembergischen Staates an der Vorarlberger Illwerke Ges. m. b. H. in einer Höhe von 15% des Gesellschafts-

Digitized by Google

kapitals zugestimmt. Schon seit fünf Jahren hat sich der württembergische Staat für die Vorarlberger Wasserkräfte interessiert. Der Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke in Biberach, welcher sozusagen als Treuhänder für den Staat die ersten Verhandlungen mit dem Lande Vorarlberg geführt hatte, ist mit anderen Aufgaben stark belastet und trat deshalb an den württembergischen Staat mit dem Angebot der Abtretung eines Teiles seiner Beteiligung heran.

Außerdem wird die Württembergische Sammelschienen-A.G. in Stuttgart einen Anteil von 5% übernehmen.

Die Finanzierung des ersten großen Werkes, des sogenannten Vermuntwerkes, ist sichergestellt. Dieses Werk, welches zusammen mit dem Lünerseewerk eine wirtschaftliche Einheit bilden wird, bekommt ein Nutzgefälle von 680 m und eine Jahresleistung von etwa 150 Millionen kWh. Es ist bis auf 75 000 kW ausbaufähig und bekommt ein Monatsspeicherbecken von 4 Millionen cbm Nutzinhalt. In diesem Sommer werden größere Vorarbeiten für die Zugänglichmachung der Baustelle dieses Werkes durchgeführt. Infolge des alpinen Einzugsgebietes bringt das Vermuntwerk mehr Sommer- als Winterkraft. Die natürliche Ergänzung zu demselben bildet später einmal das Lünerseewerk, das bei einem Nutzgefälle von rund 1300 m und einem Speicherinhalt von annähernd 40 Millionen cbm jährlich etwa 80 Millionen kWh reine Winterenergie zu liefern in der Lage sein wird. Die Abdichtungsarbeiten für den Lünersee sind zurzeit im Gang.

Bregenz, den 7. Juli 1926. (W. 800.)

Der Ausbau des Kraftwerkes Lungernsee. Der Ausbau des Lungernseewerkes gliedert sich in folgende Abschnitte: Der erste Ausbau umfaßt den Aufstau des Lungernsees um vorläufig 16 m mit 17 Mill. m³ Stauinhalt, den Umbau des im Jahre 1836 von Lungern hergestellten Seeanzapfungsstollens in einen Druckstollen mit Wasserfassungseinrichtungen am Seeanschluß einerseits und einer Apparatenkammer anderseits, eine eiserne Rohrleitung von 1,20 m Durchmesser, eine Kraftzentrale mit zwei Einheiten zu 4000 PS bei Unteraa Giswil samt kurzem Unterwasserkanal in die Aa. Mit diesem ersten Abschnitt wurde im Frühjahr 1921 begonnen, und schon im Spätherbst desselben Jahres konnte die Anlage in Betrieb genommen werden. Die mittlere Jahresleistung beträgt 18 Mill. kWh. Schon nach zwei Jahren wurde infolge des gesteigerten Energiebedarfes eine Vergrößerung des Werkes notwendig, namentlich in bezug auf die Spitzenbelastung.

Der zweite Ausbau umfaßt die Legung der zweiten Druckleitung von 1,30 m Durchmesser, die Vergrößerung der Zentrale um eine Einheit von 12 000 PS, Verbreiterung des Unterwasserkanals in Verbindung mit einer Korrektion der Ciswiler Aa und Herstellung eines Wasserschlosses oberhalb der Rohrleitung. Dieser zweite Ausbau erfolgte im Jahre 1923, mit Ausnahme des Wasserschlosses, das erst im folgenden Jahre zur Ausführung gelangte.

Der gegenwärtige, der Vollendung entgegengehende dritte Ausbau erstreckt sich auf die Zuleitung der kleinen Melchaa nach dem Lungernsee und die baulichen Vorkehrungen zur Höhenstauung des Sees um weitere 20 m. Damit wird der Stauraum um weitere 50 Mill. m³ erweitert. Das zwischen dem Melchaa-Zuleitungsstollen und dem Lungernsee noch verbleibende Zwischengefälle von 110 m wird später in einem Nebenwerk ausgenutzt, vorläufig wird jedoch das Melchaa-Wasser unmittelbar in den See geleitet. Mit dem Ausbau wurde im September 1925 begonnen, und die neuen Anlagen werden im Laufe dieses Jahres in Betrieb genommen. Der Melchaa-Stollen hat eine Länge von 3200 m, ein Gefälle von 2½ ‰ und einen Querschnitt von 3,6 m² bei 1,8 m lichter Weite und kann sekundlich 10—11 cbm Wasser durchführen. Der Stollen ist an den Wänden und an der Sohle mit Beton verkleidet, in schlechteren Felspartien auch im Scheitel. Die Wasserfassung staut die Melchaa durch ein massiv gebautes Ueberfallwehr. Am linken Ufer befindet sich der Einlauf mit einem Feinrechen versehen. Daran anschließend folgt eine Entsandungsanlage und ein kurzes Kanalstück. (W. 793). („Die Bautechnik").

Kurze Nachrichten.

Serriger Kraftwerk. Die Stadtverordnetenversammlung beschloß einstimmig die Beteiligung der Stadt Trier bei der Gründung der Aktiengesellschaft zum Ausbau des Serriger Kraftwerkes. An der Gründung nehmen das Deutsche Reich und der Freistaat Preußen mit je 25 v. H. teil. Die Kraftversorgung der südlichen Rheinprovinz oder eine aus Mitgliedern der Kraftversorgung u. a. zu bildende Gesellschaft übernimmt die restlichen 50 v. H. Die Beteiligung der Stadt Trier an dem 50prozentigen Anteil der Kraftversorgung erfolgt mit der Stadt bei der Kraftversorgung zustehenden Beteiligungsquote oder bei dem Ausfall von Mitgliedern entsprechend höher. Die Kosten des seit längerem aufgestellten Planes des Kraftwerkes bei Serrig an der Saar betragen sechs Millionen Mark. Das Werk wird eine jährliche Erzeugung von 33 Millionen Kilowattstunden erzielen.

Rheinisch-Westfälisches Wasserwerk bei Dorsten. Mit Rücksicht darauf, daß die Wassermengen für die immer größer werdenden Ansprüche des Versorgungsgebietes nicht mehr ausreichen, beabsichtigt die Wasserwerksgesellschaft in der Nähe von Dorsten eine neue Pumpanlage zu bauen. Das Wasserwerk hat ein Kapital von 2 000 000 Dollar aufgenommen, für das die im Bezirk gelegenen Städte und Gemeinden, einschließlich des Landkreises Recklinghausen, die selbstschuldnerische Bürgschaft übernommen haben. Die Wasserversorgung von Dorsten durch das Wasserwerk in Mülheim ist zu kostspielig. Durch den Ausbau einer weiteren Wassergewinnungsanlage bei Dorsten wird sich die Abgabe des Wassers von Mülheim aus erübrigen.

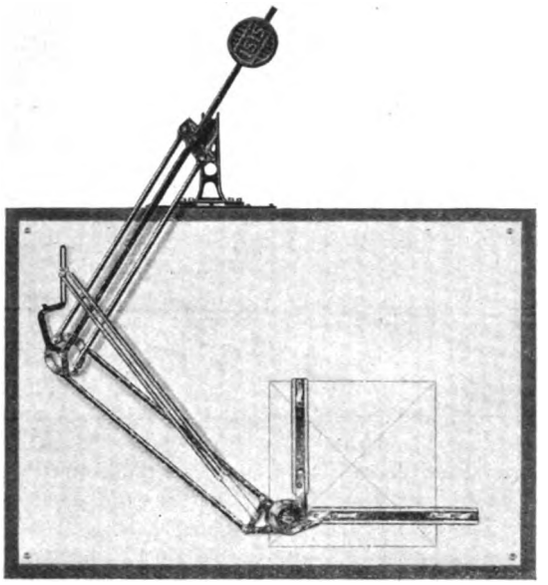
Fröndenberg Westf. Das Wasserkraftwerk der Gemeinde Fröndenberg beabsichtigt den weiteren Ausbau des Obergrabens der Ruhr. Hierzu ist der Ankauf verschiedener Grundstücke des Schwittener Gebiets erforderlich. (W. 807.)

Die Isis-Zeichenmaschine.

Von Dr.-Ing. eh. V. Graf, München.

In neuerer Zeit haben nach amerikanischem Vorgang auch bei uns Zeichenmaschinen erhöhte Verbreitung gefunden. Es entspricht das dem Bedürfnis nach „Rationalisierung" des technischen Zeichnens, das mit Reißschiene und Winkel unbestreitbar rückständig geblieben ist. Wo es darauf ankommt, die Arbeit nicht nur zu beschleunigen, sondern auch in ihrer Güte zu verbessern — und wo käme es heute darauf nicht an —, da ist die Zeichenmaschine am Platze. Namentlich bei Zeichnungen, bei denen größte Genauigkeit verlangt werden muß, und bei denen die verschiedensten Winkel in rascher Reihenfolge aufzutragen sind, wo endlich die Entlastung des Geistesarbeiters von allerhand mechanischem Nebenwerk eine

Digitized by Google



Rolle spielt, wie das bei Schaufelplänen, Wirkungsgraddarstellungen, graphischen Untersuchungen aller Art, Kräfteplänen u. dgl., dann aber auch bei Konstruktionsarbeiten, Bauzeichnungen, Straßenplänen usw. der Fall ist, leistet sie unschätzbare und in Deutschland noch viel zu wenig gewürdigte Dienste.

Eine neuere Parallelogramm-Zeichenmaschine, die Isis-Zeichenmaschine der Dr. Graf G. m. b. H. in Gotha, ist in der Abbildung dargestellt. Charakteristisch für sie ist der Gewichtsausgleich durch Zugfedern nach Professor Dr. D. Thoma, München, der die erste theoretisch und praktisch vollkommene Lösung dieses Problems darstellt, so daß der Zeichenkopf der Isis auch bei sehr steilen Brettern und leichtester Beweglichkeit der Maschine an keinem Punkte der Zeichenfläche Neigung zum Abwandern zeigt. Die Genauigkeit der Isis ist so groß, daß Fehler in der Parallelität oder in den aufgetragenen Winkeln mit den in Zeichenbureaus für gewöhnlich vorhandenen Mitteln überhaupt nicht nachgewiesen werden können.

(W. 799.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft.

Die allgemeine Elektrizitätsversorgung Norwegens. Von Schulz. — ETZ. 1926,, H. 23, S. 668—670, m. 2 Abb. — (Entwicklung derselben; Kopfverbrauch: je Einwohner für Allgemeinversorgung 450 kWh, für motorische Zwecke 350 kWh, für Elektrochemie 1500 kWh im Jahr; Belastungsfaktor 0,54—0,60; vorhandene und geplante Wasserkraftanlagen; wirtschaftliche Ergebnisse. Vgl. ETZ. 1926, H. 17, S. 508.)

Die Bedeutung der Vorarlberger Wasserkräfte für die Elektrowirtschaft Württembergs. Von Dir. Pirrung. — Südwest-Deutschland 1926, H. 5, S. 89—98, m. 5 Abb. — (Die Projekte der Vorarlberger Illwerke G. m. b. H. Die Vorarlberger Wasserkräfte können 170 000 kW Spitzenleistung und 430 Millionen kWh jährlich liefern. Vermuntwerk, Lünerseewerk, Zeinis und Kops, Bödmenstein. Einfügung in die Versorgung Württembergs. Wirtschaftlichkeit.)

Lösung der Speicherfrage für die badischen Neckarstufen durch ein hydraulisches Pumpenspeicherwerk am Königsstuhl bei Heidelberg. — Von Regierungsbaumeister Köbler. — Südwest-Deutschland 1926, H. 4, S. 75—82, und H. 5, S. 98—101, m. 6 Abb. — (Allgemeines über die Neckarwasserkräfte; Beschreibung des Speicherpumpwerkes am Königsstuhl mit 452 m Gef.; Untersuchung für Tagesspeicherung mit 12 400 bis 124 000 m³ Inhalt und Wochenspeicherung mit 38 700 bis 542 000 m³ Inhalt; Preisgestaltung und Wirtschaftlichkeit auch bei Abfallstrompreisen von 1,3—1,8 Pfg./kWh.)

Die Dampfkraft im Elektrizitätswerk. Von Dir. Scholtes. — ZdVdI. 1926, H. 21, S. 685—691, m. 4 Abb. — (Ein auch für den Wasserkraftwirtschaftler beachtenswerter Ueberblick über den heutigen Stand der Großkrafterzeugung in Dampfanlagen; Kessel, Verbrauch und Wirtschaftlichkeit, voraussichtliche Entwicklung.)

Kraftwirtschaftliches zur Bahnelektrisierung. Von Reindl. — Zeitung d. Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1926, H. 25, S. 664—671, m. 7 Abb. — (Verbrauch und Wirkungsgrad der verschiedenen Zugförderungsmittel von der Kohlengrube bzw. Wasserkraft bis zu den Triebrädern. Kosten der Energie aus Kohle und Wasser. Speicherung und Erhöhung der Benutzungsdauer, Probleme der Bahnstromversorgung, mehr oder weniger enger Zusammenhang mit der Landesversorgung. Ueberschuß-Ausnützung. Die zukünftige einheitliche Energieversorgung für Allgemeinbedarf, Bahn- und Industriebedarf.)

Wasserbau.

Zementrohrleitungen großen Durchmessers. (Tubazioni cementizie a grande diametro). Von Prof. Veronese. — L'energia elettrica, 1926, H. 2, S. 104—116, mit 25 Abb. — (Darstellung ausgeführter Leitungen bis zu 4 m l. W. für Wasserkraft- und Wasserversorgungsanlagen. Bauliche Einzelheiten: Bewehrung, Schablonen, Fugendichtung.)

Große moderne Bogenstaumauern (Les grands barrages-voutes modernes). — Von Ing. Hägelen. — La technique moderne, 1926, H. 6, S. 173—179, mit 8 Abb. (Forts.) — (Berechnung der nicht vom Wasserdruck herrührenden Beanspruchungen, Temperatur-Einflüsse, Superposition beider Beanspruchungen; Gesichtspunkte für die Projektierung: Anwendungsbereich, Bestimmung der Abmessungen und Folgerungen, gezeigt an der Jogne-Staumauer von rund 50 m Höhe.)

Der Rheinfall in den Strombauplänen Basel-Bodensee. Von Dr. Krucker. — Die Rheinquellen, 1926, H. 1, S. 1—5, mit 3 Abb. (Schiffsschleusen beeinträchtigen den Rheinfall nicht. Der Fall darf durch Kraftausnutzung nicht zerstört werden; die Wassermenge über den Fall kann auf 100—150 m³/Sek. belassen werden, da größere Wassermengen, insbesondere Hochwasser, den Fall unscheinbarer machen, ebenso ist im Winter (bei großen Wassermengen) kein Fremdenbesuch vorhanden. Daher Ausnutzung des Ueberwassers über die angegebene Menge und des Winterwassers bei zweckmäßiger baulicher Lösung nicht störend.)

Erfahrungen an Kanalanlagen für Kraftwerke. Von Stadtbauamtmann Hartmann, München. „Die Bautechnik" 1926, Heft 11, S. 125—135, 29 Abbildungen. — (Zusammenstellung von Bau- und Betriebserfahrungen an einigen älteren und neueren Kanalanlagen in Bayern.)

Wasserkraftmaschinen.

Das Kraftwerk Amsteg der SBB., Mechanisch-elektrische Einrichtungen. — Von Ing. Croce. — Schweiz. Bau-

Digitized by Google

zeitung 1926, Bd. 87, H. 15, S. 194—198, m. ? Abb. — (Beschreibung der 14 300-Zwillings-Freistrahlturbinen; H = 275 m; n = 333⅓; 1860 mm Strahlkreisdurchm.; Regulierung: Doppelregler m. getrennten Servomotoren und selbsttätiger Einrückung der Handregulierung bei Reglerstörungen mit Signalabgabe; Prüfungsergebnisse: etwa 83% Wirkungsgrad.)

Repairing waterwheels by electric welding. (Reparatur von Laufrädern durch elektrische Schweißung.) Von Reid. — Power 1926, 30. März, S. 491—492, m. 4 Abb. — (Die nach 16 Betriebsjahren an den Schaufelaustrittsenden völlig zerfressenen Laufräder der 10 000 PS horizontalen Zwillingsturbinen der Shawinigan Water & Powers Co. wurden mit Lichtbogenschweißung repariert. Reparaturkosten je Schaufel $ 6.55. — Vgl. diese Z. 1924, H. 17, S. 316 und 1925, H. 7, S. 119.)

Eine Kaplanturbinenanlage in Japan. Von Obering. Moser. — Schweiz. technische Zeitschrift 1926, H. 27, S. 441—445, m. 5 Abb. — (Beschreibung der Kaplanturbine für H = 3,97 — 4,58 m; Q = 40,5 m³/sec; n = 2050 PS bei n = 107; ns = 780. Regulierung: auf das obere Wellenende aufgebauter Servomotor. Automatischer Betrieb der Anlage.)

Automatische Anlage der Tokyo Dento mit einer Kaplanturbine von 2050 PS, n = 107 bei 3.97 — 4,58 m Gef. (Beschreibung der Kaplanturbine mit Regulierung und Steuerung. Durch Oeffnen der Schütze und Ingangsetzen des Oelpumpenmotors selbsttätiges Anlaufen der Turbine und Zuschaltung auf das Netz. Schutzeinrichtungen.)

Die Bestimmung der Hauptabmessungen der Francisturbine. Von Prof. Hybl. — ZdVdI. 1926, H. 26, S. 879—884, m. 8 Abb. — (Unvollständigkeit aller Theorie in der Hydraulik; Aenderung des Wirkungsgrades mit der Radgröße mit $\frac{F_3}{U_1}$ auf den Saugrohranfang bezogen; Bemessung der Ueberöffnung der Turbine; Bestimmung des Saugrohreintrittsdurchmessers, der Geschwindigkeiten und Flächen, Wahl der Ein- und Austrittskanten auf Grund der Werte ausgeführter Turbinen; Tafel von mittleren Ausführungswerten zwischen n = 50 und 600.)

Les régulateurs de vitesse à action accélérotachymétrique. (Die Geschwindigkeitsregler mit Beschleunigungspendel.) Von Volet. — Bulletin technique de la Suisse romande 1926, H. 13, S. 149—151; H. 16, S. 190—196, m. 19 Abb. — (Grundsätzliches über Beschleunigungs- und Trägheitspendelt; Dämpfungsgefäß; Beschreibung der Regler der At. des Charmilles SA.: Pendel, Steuerwerk, Gesamtausführung und Ergebnisse.)

Vorschriften für die Prüfung von Wasserturbinen. Berichte der Tschechoslov. Normalisierungsgesellschaft, Prag. — Mitt. d. Hauptvereins deutscher Ing. i. d. tschechoslov. Rep. 1926, H. 6, S. 38—41, m. 4 Abb. — (Entwurf der CSN. 3901, wie der Sitzung des IEC. in Neuyork vorgelegen: Einheiten, Begriffe, Vertragsauslegung und Gewährgrenzen, Ausführung der Prüfungen, Berechnung und Bericht. Einspruchsfrist: 30. Juli 1926.)

Wasserstraßen.

Vom Bau des Lippeseitenkanals Wesel—Datteln. Von Oberregierungsrat Bock, Essen. „Zentralbl. d. Bauverw." 1926, Nr. 9, S. 106—110, 17 Abb. — (Bericht über den Stand der Arbeiten, die 1915 in Angriff genommen und nach versch. Unterbrechungen seit 1924 in programmäßigem Weiterbau begriffen sind.)

Der weitere Ausbau der Unterweser. Von Strombaudirektor Plate. — Die Weser 1926, H. 5, S. 161—170, m. 6 Abb. — (Maßnahmen zum Ausbau für 7 m tief gehende Seeschiffe; Veränderung der Hoch- und Grundwasserstände, Salzgehalt; Ausbau für 8 m tief gehende Schiffe; Einwirkungen auf die Landeskultur und Wasserwirtschaft; Bauausführung des Projektes.)

Kraftwirkung beim Heben eines Schützes. Von Regierungs- und Baurat Dr. Winkel. — Zentralbl. d. Bauverwalt. 1926, H. 22, S. 274—275, m. 1 Abb. — (Untersuchung des Kraftaufwandes beim Rollkeilschütz einer Schiffsschleuse, abhängig von der Füllung der Kammer, Wasserdruck und Reibung; nach Versuchen.)

Die Stau-, Schleusen- und Kraftanlage im Donau-Kachlet bei Passau. Von Regierungsbaurat Hetzel. — Die Bautechnik 1926, H. 23, S. 325—328, und H. 27, Seite 13, mit 13 Abb. — Die bisherigen Fahrwasserverhältnisse oberhalb Passau, Grundzüge der Regulierung durch das Wehr mit 9 m Stauhöhe. Die Schleusenanlage, deren Bauausführung; das Wehr und Krafthaus, bauliche Einzelheiten.)

La plus grande écluse de navigation interieure d'Allemagne (Die größte Binnenschiffahrtsschleuse Deutschlands). — La technique des Travanx 1926, H. 6, S. 277 bis 282, m. 6 Abb. — (Darstellung des Baues der Schachtschleusen bei Anderten im Mittellandkanal. — Zu berichtigen ist, daß die Kachlet-Schleusen um 5 m länger (230 m) und um 12 m breiter (24 m) sind als die erwähnte Schleuse!)

Eingegangene Bücher.

Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft. Verbands-Schrift Nr. 12 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes. I. Band: Allgemeines und Technik. 564 Seiten mit vielen Abbildungen und einer mehrfarbigen Karte der Schweiz. Wasserkraft-Elektrizitätswerke und Verbindungsleitungen i. M. 1 : 600 000. — II. Band: Wirtschaftliches, Technisches und Organisation. 427 Seiten, mit einer mehrfarbigen Karte der ausgeführten und projektierten Wasserkraftwerke i. M. 1 : 1 060 000. — II. Ausgabe 1926. Herausgegeben vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband. Selbstverlag des Verbandes. — Preis geb. Schw. Fr. 30.—.

Dienst vor Waterkracht en Electriciteit in Nederlandsch-Indie: Achtste Jaarverslag 1925. Vom Gouvernementsdienst für Wasserkraft und Elektrizitätsversorgung. — 85 Seiten mit zahlreichen Tafeln und zwei Karten der Elektrizitätsversorgung von Java und Madeira. — Landesdruckerei Weltevreden 1926.

Druckrohrleitungen. Berechnungs- und Konstruktionsgrundlagen der Rohrleitungen für Wasserkraft- und Wasserversorgungsanlagen. Von Dr.-Ing. F. Bundschu. — 60 Seiten mit zwölf Abbildungen. — Berlin 1926, Verlag J. Springer. Preis geh. M. 6.—.

Ingenieur-Zeitung. Zeitschrift für angewandte Ingenieurwissenschaft und Betrieb. 17. Jahrgang, Heft 9, Sonderheft zur Einweihung des neuen chemischen und papiertechnischen Institutes des Friedrichs-Polytechnikums Cöthen-Anhalt. — 93 Seiten.

Aus dem Inhalt: Beschreibungen der Institutsanlagen. — Die Grundlagen des metrischen Maßsystems, von Berndt. — Ueber den Einfluß der schwankenden Netzspannung auf den Parallelbetrieb einer Synchronmaschine mit dem Netz, von Zipp. — Grundlagen der Theorie des Auftriebes von Flugzeugtragflächen, von Dr. Schmidt. Gedanken über die Umwandlung von Energie und Masse, von Daitz. — Der Ingenieur als Wirtschaftler, von Salge. — Staat und Technik, von Wüstenhöfer.

Digitized by Google

Report of Hydraulic Power Committee 1925—1926, Technical National Section. Herausgegeben von der National Electric Light Ass., New York City. — 30 Seiten mit 24 Abbildungen. — Preis 45 cents.

Statistik des Bundes der Elektrizitätswerke in den angeschlossenen Gebieten Rumäniens 1925. Mit Uebersichtskarte der Elektrizitätswerke Großrumäniens. — Enthaltend die statistischen ausführlichen Angaben über 134 Werke, deren Netze, wirtschaftliche Daten und Tarife. 83 Seiten. — Von der Geschäftsstelle des Bundes, Hermannstadt (Sibiu).

DIN.-Eisenbeton-Bestimmungen. Aufgestellt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton. 1925.

DIN. 1044: Zeichen im Eisenbetonbau, M. 15.—. DIN. 1045: Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton, M. 1.50. DIN. 1046: Bestimmungen für Ausführung ebener Steindecken, M. —.30. DIN. 1047: Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Beton, M. —.50. DIN. 1048: Bestimmungen für Druckversuche an Würfeln bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Eisenbeton, M. —.30. Preis des ganzen Satzes M. 1.80. — Beuth-Verlag, Berlin SW 19.

Die Anwendung des Venturiprinzips zur Betriebskontrolle in Wasserkraftanlagen. Von Obering. Wentzel und Dipl.-Ing. Allweiler. — 30 Seiten mit 18 Abbildungen. — Herausgegeben von Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof.

Großarmaturen und Meßapparate für Wasserkraftanlagen. — 52 Seiten mit vielen Abbildungen. — Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof.

Merkblatt für Universaldiagramm für Woltmanmesser. — Acht Seiten mit zwei Tafeln für Einbau und Größenbestimmung der Woltmanmesser. — Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof. (W. 813.)

Buchbesprechungen

Die Verbrennungsmotoren und deren Wartung. Von Emil Buck, Berlin 1926, Verlagsgesellschaft deutscher Maschinisten und Heizer m. b. H., 286 S. mit 208 Abb. Preis 10 M.

Das Buch ist im Auftrage des Zentralverbandes der Maschinisten und Heizer sowie Berufsgenossen Deutschlands geschaffen und als Nachschlagebuch für Betriebsbeamte und Maschinisten gedacht. Der Inhalt ist elementar-beschreibend gehalten und umfaßt ortsfeste Motoren mit gelegentlichem Hinweis auf Kleindiesel-Schiffsmaschinen und Boots-Rohölmotoren. Diese Einschränkung sollte schon aus dem Titel des Werkes hervorgehen. Nach einem geschichtlichen Ueberblick über die Entwicklung der Verbrennungsmotoren werden die Arbeitsprozesse erklärt, sodann die Brennstoffe behandelt mit tabellarischer Zusammenstellung wichtiger Daten, wobei aber eine Ergänzung durch die Siedekurven und die neueren leichten Brennstoffe erwünscht wäre. In der darauffolgenden Erläuterung der indikatorischen Untersuchung der Maschinen mit Einschluß der Abbremsung vermißt man die Brennstoffverbrauchsmessung. Nach einer Beschreibung der Zusammensetzung der Motoren und der Arbeitsweise der Einzelteile folgen besondere Angaben über die verschiedenen Motorgattungen (Vergaser-, Glühkopf- und Dieselmotoren), wobei die Behandlung der kompressorlosen Dieselmaschine zu knapp ausgefallen ist. Den Abschluß bildet ein Abschnitt über Betrieb und Wartung mit Anleitung zum Auffinden und Beseitigen der Störungen der einzelnen Gattungen; hierbei leistet die übersichtliche Zusammenstellung der Störungsursachen, die sich noch erweitern ließe, gute Dienste. Durch die Uebernahme der Abbildungen aus Druckschriften oder Verwendung vorhandener Druckstöcke sind einzelne Figuren mit Ziffern oder Buchstaben versehen, auf die im Text nicht Bezug genommen wird.

Diese Unvollkommenheiten lassen sich dadurch erklären, daß der Verfasser, wie er im Vorwort sagt, sich Beschränkung auferlegen mußte, um den Umfang des Buches nicht zu sehr anwachsen zu lassen. Als Nachschlagewerk für die genannten und verwandten Berufszweige kann das Buch empfohlen werden. (W. 801.) Dr. Schrön.

Zusammenfassende Darstellung von Schraubenversuchen. Von Dr.-Ing. Wilhelm Schmidt, DIN. A 4, 16 Seiten mit 5 Abbildungen und 7 Tafeln. Preis brosch. 4 M., 1926. (VDI.-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7.)

Von Zeit zu Zeit scheint es nötig den Stand der Forschung auf irgendeinem Gebiet der Wissenschaft oder Technik durch eine Monographie zusammenzufassen, wenn vermieden werden soll, daß ein Angehöriger einer anderen Disziplin vor dem Studium des benachbarten Gebietes dadurch abgeschreckt werden soll, daß er sich nur durch Zusammentragen von Abhandlungen aus den verschiedensten Zeitschriften über dasselbe zu informieren vermag. Bei groß angelegten Werken läßt es sich nicht umgehen, daß bezüglich einzelner Details auf die Originalabhandlungen verwiesen wird. Nur dann, wenn das Thema einer Monographie sehr eng gefaßt ist, ist es möglich eine umfassende Darstellung des Sondergebietes zu geben, welche dem Leser das Nachschlagen früherer Werke erspart. Allerdings vielleicht nicht jedem Leser; denn Vertrautheit mit der Theorie der Schiffsschrauben ist notwendige Voraussetzung der von Dr. Schmidt vorgelegten Schrift.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt die systematischen Versuche von Dr. Schaffran, die im Zusammenhange noch nirgends veröffentlicht sind, so zusammen zu stellen, daß die Einflüsse von Steigung, Flügelbreite, Flügeldicke und Flügelzahl in nur 7 übersichtlichen Tafeln ersichtlich sind. Die Arbeit wendet sich sowohl an die Vertreter der Wissenschaft, als auch an die praktisch tätigen Ingenieure, aus deren Reihen das endgültige Urteil über die Handlichkeit der Tafeln für die Bedürfnisse der Praxis zu erwarten ist. Dem Verein Deutscher Ingenieure, der auf Befürwortung von Föttinger (Charlottenburg) die Durchführung der Arbeit unterstützte, gebührt der Dank von Wissenschaft und Praxis. (W. 803.) Schilhansl.

Grundzüge der Trinkwasserhygiene. Kurzer Abriß für den Praktiker. 216 Seiten, 95 Abb. und Tafeln. Preis kart. RM. 6,50. Verlag Laubsch u. Everth, Berlin SW 68.

Die Preußische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene Berlin-Dahlem hat unter obigem Titel einen Leitfaden herausgegeben, in dem sie ihre langjährigen praktischen Erfahrungen in kurzgefaßter, übersichtlicher Weise für alle diejenigen niedergelegt hat, die sich mit der praktischen Erschließung von Trinkwasser durch Brunnen und deren Beurteilung zu befassen haben. Das Buch ist im Anschluß an einen Lehrgang für Brunnenbauer verfaßt worden und behandelt folgende Abschnitte: Bakteriologie von Bürger, Chemie von Klut, Biologie von Kolkwitz, Geologie von Beer, Hydrologie von Reichle, Hygiene von Bürger und kurze Angaben über die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen von Beninde. In den durchwegs vortrefflichen Ausführungen ist von berufener Seite ein Abriß von hohem Werte für den Praktiker zusammengetragen worden, der nicht nur Brunnenbauern, Betriebsleitern, Technikern und

Digitized by Google

Werkmeistern von Wasserwerken, sondern auch Studierenden der Ingenieurwissenschaften, Aerzten, Verwaltungsbeamten, die sich mit Wasserversorgungsfragen zu beschäftigen haben, bestens empfohlen werden kann. (W. 794). Kr.

Grundriß technisch-wirtschaftlicher Probleme der Gegenwart. Stoff, Energie und Arbeit, ihr Wesen und ihre Zusammenhänge in der Wirtschaft. Von Dipl.-Ing. Carl T. Kromer. 48 S. mit 15 Abb. Berlin 1926, Verlag Jul. Springer. Preis geh. RM. 2.40.

Die vorliegende Schrift behandelt, ihrer Entstehung aus Seminarbesprechungen nach, einzelne Abschnitte des Gebietes der technischen Wirtschaftslehre, also Beispiele und nicht etwa eine abgeschlossene Uebersicht über das Gesamtgebiet. Von diesem Gesichtspunkt aus muß auch die Bewertung erfolgen. Die Schrift bietet demjenigen, der nicht Sonderfachmann auf den Gebieten ist, recht dankenswerte Anhaltspunkte für die Wichtigkeit der Energiewirtschaft in allen Zweigen der Produktion, insbesondere auch der Wasserwirtschaft, an Hand gut zusammengestellter Daten.

Wenn einige Unrichtigkeiten bemerkt werden dürfen, so sei dies, daß das Innwerk nicht vom Standpunkt des Jahres 1926 aus „demnächst" den Betrieb aufnehmen wird, vielmehr bereits im Januar 1925 das erste Aluminium schöpfte, daß das Aluminium nicht „am Boden der Bäder" abgelassen wird, was zum Beispiel auf Karbid zutrifft, sondern aus den Bädern durch Schöpfen entnommen wird; das Beispiel des Walchenseewerkes als Typus eines Wasserkraftwerkes (Abb. 3) ist nicht zweckmäßig, da hieraus der Hauptteil der Wasserkraftanlagen, nämlich die Fassung und Zuleitung des Wassers, nicht zu ersehen ist. Das Kraftwerk selbst ist ja hinsichtlich der Anlagekosten und des baulichen Umfanges stets der kleinste Teil einer Wasserkraftanlage. Die Darstellung einer Niederdruck- und Hochdruckanlage an Hand eines Planes wäre für den in Frage kommenden Hörer- und Leserkreis instruktiver.

Das Büchlein bietet so manche Anregungen.

(W. 757.) Ing. C. Reindl.

Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, 7. Band 1924, Verlag der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Hamburg e. V., buchhändlischer Vertrieb durch Boysen und Maasch, Hamburg 36. Mit 3 farbigen Tafeln, 4 ebensolchen Textblättern und 110 Abbildungen. DIN.-Format A 4, 222 Seiten, Preis in Leinwand geb. RM. 25.—.

Auch das diesjährige Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft schließt sich seinem in dieser Zeitschrift 1925, Seite 72, besprochenen Vorgänger ebenbürtig an. Nach dem ersten, die geschäftlichen Angelegenheiten der Gesellschaft behandelnden Teil folgen die Vorträge gelegentlich der 6. Hauptversammlung über Königsberg als Seehafenplatz von Litten, über Verkehrswege und Hinterland des Hafen Königsberg, über die Neubauten des Königsberger Hafens von Kutschke sowie über die Verkehrsbeziehungen zwischen dem Osten und Westen des deutschen Reiches unter besonderer Berücksichtigung der Wasserwege von Heinson. Der dritte Teil enthält wertvolle Beiträge aus den Gebieten des Hafenbaues und Schiffahrtsbetriebes, und zwar über den Bau und die Ausrüstung der neuen Getreidespeicher in Königsberg von Kutschke, über den Ausbau des Königsberger Seekanals von Prengel, über die Pregel-Memel-Wasserstraße von Pundt. Das Gebiet der Binnenschiffahrt beschreiten die Beiträge von Niese über die Weichsel als Schiffahrtsstraße und über den Södertälje-Kanal von Lawski und Burmeister. Weiterhin behandelt Weber den Memeler Seehafen und Plate den Ausbau der Unterweser. Die Entwicklung des Hafens von Helsingborg in baulicher Beziehung schildert Blunk, und Stecher berichtet über die Verwendung von Larssen-Spundwänden im Hafenbau. Von Interesse sind u. a. die Ausführungen über die Schleuseneinrichtung vom Södertälje-Kanal und die Modellversuche über die Wasserströmungen in den Sektortoren.

Hervorgehoben seien neben der vorzüglichen drucktechnischen Ausstattung des Buches die 7 mehrfarbigen prächtig ausgeführten und zum Teil mehrseitigen Planbeilagen. Die Herausgabe dieser prächtigen Jahreswerke ist eine bemerkenswerte Leistung nach außen hin der Hafenbautechnischen Gesellschaft. (W. 781) Ing. C. Reindl.

Das Spullersee-Kraftwerk. Von Oberbaurat R. Gailhofer, Vorstand der Bauleitung für das Spullersee-Kraftwerk. 54 Seiten mit 27 Abb. — Sonderdruck aus den Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und Umgebung. Zu beziehen durch die Invalidenvereinigung Danöfen, Post Dalaas (Vorarlberg). Preis brosch. S. 2,—.

Die Schrift behandelt ebenso kurz als lebendig und anschaulich die Entstehung des Spullerseewerkes der Oesterr. Bundesbahnen und geht auf die vielen interessanten Einzelheiten der Anlage ein, an welchen besonders der Sperrenbau und Stollenvortrieb in 1800 m Seehöhe im Hochgebirge mit allen Schwierigkeiten klimatischer Art reich und manchen geologischen Einzelheiten interessant war. Es sei nur auf die Beobachtungen an einem Bergsee in jener Höhe hinsichtlich Eisverhaltens, Rutschungen und Untergrund hingewiesen, auf die gewonnenen Aufschlüsse über die vorzeitliche Flora (Nadelwald) und Fauna (Elch und anderes Großwild) aus Funden im Seeschlamm. Ueber die technischen Einzelheiten der Ausführung ist bezüglich des baulichen Teiles ausführlich, bezüglich des maschinentechnischen Teiles kurz orientierend berichtet. Schade, daß die hübschen Schaubilder hinsichtlich Größe und Druck etwas zu kurz gekommen sind. — Dem Bauleiter gebührt Dank für die Abfassung des Büchleins. (W. 729) Ing. C. Reindl.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 15 9. 1926.

59b, 1. B. 112 178. Dr.-Ing. Hans Georg Bader, Fischbach O./A. Tettnang. Kreiselpumpe mit Strömungsrichtung von außen nach innen. 31. 12. 23.

59b, 4. W. 69 789. Georg Weyland, Frankenthal, Lambsheimerstraße 40. Mehrstufige Kreiselpumpe. 2. 7. 25.

88a, 6. P. 52559. Dipl.-Ing. Nikolai Popoff, Västerås, Schweden; Laufrad für Wasserturbinen mit verstellbaren Schaufeln. 27. 3. 26. Schweden 31. 3. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 29. September 1926.

27c, 1. W. 67 847. Hermann Weber, Spiez, Schweiz; Abdichtungsvorrichtung an Drehkolbenverdichtern mit sichelförmigem Arbeitsraum und im Gehäuse geführtem Widerlagerschieber mit halbzylindrischer Dichtungsleiste; Zus. z. Ann. W. 64 347. 10. 12. 24.

84d, 1. B. 109 907. Raimondo Biondetti, Treviso, Italien; Schneckenbagger. 8. 6. 23.

88a, 4. T. 27 513. Gustav u. Friedrich Trefy, Großaspach, Württemberg; Freistrahlturbine. 12. 3. 23.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 17 **München, 1. September 1926** **21. Jahrgang**

Wassermengen- und Wasserstandsmessung auf der Basler Ausstellung.

Auf der Ausstellung haben vier Staaten, nämlich in alphabetischer Reihenfolge Deutschland, Italien, Oesterreich und die Schweiz, Einrichtungen und Studienarbeiten auf hydrometrischem Gebiet zur Schau gebracht.

In dem der Schweiz vorbehaltenen Oktogon-Raum werden in fließendem Wasser verschiedene Flügel von Ott, Amsler, Stoppani und Trüb-Täubner, sowie in zwei Behältern mit stehendem Wasser einige selbstschreibende und fernregistrierende Pegel, System Amsler, Rittmeyer, Hasler und Aegir, im Betrieb vorgeführt. Ferner hat das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft eine Reihe von Tafeln über die Tarierungsmethode der Flügel und besondere Untersuchungen mit solchen Instrumenten, sowie eine größere Anzahl Photographien über interessante Wassermessungsstationen ausgehängt. Auf der andren Seite des Oktogons findet man von der Eidg. Techn. Hochschule sehr anschauliche Modelle typischer Strömungsbilder von Flügelmessungen, und vom Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein (S. I. A.) Tafeln über seine der Aufstellung von Wassermessungsnormen vorausgegangenen Untersuchungen, die bis jetzt im allgemeinen noch nicht veröffentlicht sind.

Oesterreich hat eine komplette, aus dem normalen Betrieb genommene Fernpegelanlage System Siedek-Schäffler montiert, wie sie in Linz zum zentralen Empfang der Wasserstandsmeldungen einer größeren Anzahl von Außenstationen in Oberösterreich aufgestellt ist.

Abb. 1. Vermessungsschiff des badischen hydrographischen Amtes.

In den im Zeichen des Fascio dekorierten Räumen Italiens fällt in erster Linie ein betriebsfähiges Modell einer Seilkrananlage für Messungen mit Schwimmflügel vom Ufer aus in die Augen. Zahlreiche Bilder an den Wänden zeigen, daß diese Messungsart in Italien sehr beliebt ist.[1]) Auch bemannte

[1]) Vgl. Notizie sull'attivita del Servizio Idrografico, Annali dei Lavori Pubblici, 1925, Nr. 12, S. 1037 und 1926, Nr. 4, S. 265, mit vielen einschlägigen Abbildungen.

Digitized by Google

Seilkrananlagen und sonstige ganz interessante Messungsstationen mit Flügeln, welch letztere den Bildern nach meist von Ott stammen, findet man vertreten. An Schreibpegeln ist der Apparat von Giandotti im Original aufgestellt, während die aufgehängten Bilder außer diesem auch typische Aufstellungen von Ott-Pegeln zeigen.

sechs Schreibfedern, alles von Ott. Der Mitteltisch des Ausstellungsstandes des badischen hydrographischen Amtes zeigt die vollständige Ausrüstung eines Motorbootes, wie es seitens der Badischen Wasser- und Straßenbauverwaltung für die Wassermessungen im Rhein verwendet wird. (Abb. 2.) Der große Magnetflügel wird durch die Strömung in Bewegung

Abb. 2. Meßausrüstung eines Motorbootes des badischen hydrographischen Amtes.

Auch das durch „L'Elettrotecnica" vom 15. Februar 1926 bekannt gewordene elektrochemische Verfahren zur Bestimmung strömender Wassermengen nach Prof. A. Barbagelata ist in der italienischen Abteilung ausgestellt. Dieses Verfahren ist identisch mit dem deutschen Patent Nr. 358 982 bzw. dem schweizerischen Patent Nr. 96 893 von Ott-Kempten aus dem Jahre 1921, das aber noch nicht der Praxis übergeben worden ist. Es ist in deutscher Sprache bis jetzt außer in den Patentschriften nur behandelt in der Münchener Dissertation von W. Braun aus dem Jahre 1924 über „die Messung strömender Wassermengen auf chemischem Wege".

Deutschland gibt an zwei verschiedenen Stellen, im Raum der Badischen Wasser- und Straßenbaudirektion, Halle II im 1. Stock, und in den beieinanderliegenden Räumen der Preußischen Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau, sowie der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde, Zeugnis über seine Einrichtungen für hydrometrische Messungen. Das badische hydrographische Amt verfügt über ein eigenes, ganz modern eingerichtetes Vermessungsschiff (Abb. 1) auf dem Rhein und hat die Originalinstrumente ausgestellt. Gemessen wird mit Schwimmflügeln, nach der Integrationsmethode, unter Verwendung einer Instrumententafel mit sechs elektrischen Tourenzählern und einem Chronographen mit

gesetzt und überträgt jede Flügelumdrehung elektrisch auf ein Zählwerk. Gleichzeitig zählt ein anderes Zählwerk die Zahl der Sekunden, ein weiteres die Tiefe des Flügels in cm unter der Wasseroberfläche. Gemessen wird nach der Integrationsmethode: die Kabelwinde (rechte hintere Ecke des Tisches) ist mit einem Regulierwerk versehen, welches den Flügel mit gleichmäßiger Geschwindigkeit bis zur Flußsohle absinken läßt und damit unmittelbar das Integral der Geschwindigkeitskurve in dem betreffenden senkrechten Meßprofil ergibt. Gleichzeitig werden zur Kontrolle Drehzahl, Zeit und Tiefe mittelst eines Bandchronographen fortlaufend registriert, so daß man außer der mittleren Profilgeschwindigkeit auch die jeweilige örtliche Wassergeschwindigkeit in einem beliebigen Tiefenpunkt ablesen kann. Ein elektrischer Grundtaster schaltet alle Zählwerke bei Erreichen der Flußsohle selbsttätig aus. Mit dieser modernen Ausrüstung werden auch Fahrtmessungen von Mannheim bis Basel ausgeführt, wobei im Schiffahrtsweg fortlaufend die Wassergeschwindigkeit in Verbindung mit der tatsächlichen Reisegeschwindigkeit gegenüber dem Ufer gemessen werden kann. Diese Messungen dienen zur Projektierung und Dimensionierung der Fahrzeuge, welche die Strecke befahren sollen. Abb. 3 zeigt das Meßschiff in Tätigkeit. Auch Stangenflügel besonderer Art (stromlinienförmiger Querschnitt der Meßstange),

Digitized by Google

mechanische Schreibpegel verschiedener Größe und eine Fernpegeleinrichtung für Maxau am Rhein sind aus dem reichen Inventar dieser Behörde vertreten.

In dem zweiten schon genannten Raum befindet sich neben zwei Pegeln von Fuess und einem Schwimmflügel von Albrecht-Killi[2]) eine von der Firma Ott für die Ausstellung bar gemachter Kompaßeinrichtung. wie er für Strömungsmessungen bei Hafenbauten und in Küstengewässern gebraucht wird. Dahinter stehen der Reihe nach kleine und große Flügel, wie sie den verschiedenen Bedürfnissen entsprechen, mit den zugehörigen Signal-, Zähl- und Schreibeinrichtungen. Durch einen verdeckt eingebauten Ventilator kann eines der

Abb. 3. Meß-Schiff in Tätigkeit.

zur Verfügung gestellte Sammlung hydrometrischer Instrumente deutscher Wasserbaubehörden nach Abb. 4. Im Vordergrund interessiert besonders ein Schwimmflügel mit sicht-

[2]) Vgl. diese Zeitschrift, 1925, H. 11, S. 187.

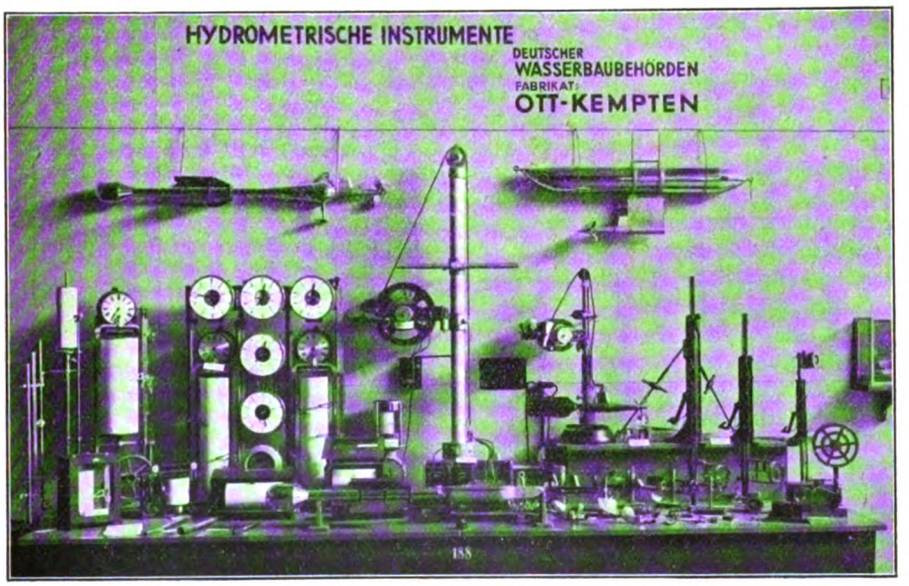


Abb. 4. Hydrometrische Instrumente von A. Ott.

Instrumente in Tätigkeit vorgeführt werden. Ganz rechts ist an der Wand ein sehr hübsches, betriebsfähiges Modell einer Wassermeßeinrichtung für Druckrohre, die auch für höchsten Druck geeignet ist, aufgehängt.

Der linke Teil dieses Ausstellungsstandes ist von mechanischen Schreibpegeln in verschiedenen Bauformen und von einem großen elektrischen Fernpegel mit gleichzeitiger Aufschreibung von 5 Kurven auf 2 Trommeln eingenommen. Für diese Spezialität von Ott, Fernpegel für Wasserkraftanlagen mit gleichzeitiger Aufschreibung von Oberwasser, Unterwasser, Gefälle, Stauweiherpegel, Schützenstand usw., bei großem Maßstab der Einzelzeichnung (Trommelhöhe bis 80 cm), hat sich ein erhebliches Bedürfnis entwickelt, wie deren Aufstellung bei einer Reihe neuer großer Kraftwerke in Deutschland, Schweden, Finnland, Rußland und Italien beweist. Ohne Zweifel ist durch die sich an die Ausstellung anschließende Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel auch die literarische Produktion über das Problem der Was-

Digitized by Google

sermessung angeregt worden. Das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft legt dieser Tagung einen sehr wertvollen Band „Untersuchungen über Wassermessungen" vor,[3]) das Wasserkraftjahrbuch 1925/26 bringt eine wichtige Studie von Dr. Hahn über „die Wassermessung bei Wasserkraftanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Ueberfallmessung"[4]) und bei Springer in Berlin ist gerade zur rechten Zeit von Dr. Staus ein umfassender Beitrag zum umstrittenen Problem des Genauuigkeitsgrades von Flügelmessungen erschienen.[5])

(W. 815a.) Lo.

[3]) Vgl. dessen Besprechung auf S. 214 dieses Heftes.

[4]) ebendort, Jahrgang 1924: Ott, Wassermessungen bei Wasserkraftanlagen, S. 253.

[5]) Vgl. diese Zeitschrift 1926, H. 16, S. 196.

Freischwimmender Strömungsanzeiger.

Von Dr. F. Sierp, Ruhrverband, Essen.

Zur Messung von horizontalen Strömungen in Bächen, Flüssen, Seen und Meeren benutzt man seit altersher Schwimmer und Treibkörper jeglicher Art. Am einfachsten und bekanntesten sind hölzerne, auf der Oberfläche schwimmende Treibkörper oder hohlkugelige Schwimmer. Diese werden aber durch die auf die Oberfläche wirkenden Windstöße stark beeinflußt, wobei sie in der Windrichtung abgetrieben werden und dann nicht mehr die eigentliche Strömung anzeigen.

Man hat daher versucht, durch Färbung des Wassers Strömungen festzustellen. Hierzu werden hauptsächlich die noch in sehr großer Verdünnung sichtbaren Farbstoffe, wie Fluorescein, bzw. dessen Natriumsalz Uranin der Höchster Farbwerke verwandt. Durch die immer stärker werdende Vermischung mit anderem Wasser auf dem Wege der weiteren Strömung, tritt allmählich eine so starke Verdünnung ein, daß selbst bei Anwendung sehr großer Farbstoffmengen die Farbe allmählich verwischt wird und es ist dann grobsinnlich nichts mehr festzustellen. Trillat[1]) benutzt hierzu ein sogenanntes Fluoroscop, welches aus zwei etwa 1,2 m langen, unten mit ebenem Boden versehenen Glaszylindern von etwa 2 cm lichter Weite besteht, die ringsum mit glänzendem schwarzen Papier beklebt sind. Der eine Zylinder wird mit gewöhnlichem Wasser und der andere mit dem zu prüfenden Wasser gefüllt und durch Betrachtung von oben die Farbe beider Flüssigkeiten miteinander verglichen. Uranin enthaltendes Wasser zeigt dann die charakteristische grüne Farbe. Hierzu kommt noch, daß beim Arbeiten mit derartig großen Mengen dieser so stark färbenden Farbe es sehr leicht vorkommen kann, daß man durch Verschütten oder sonstige Unaufmerksamkeiten leicht den Farbstoff an Stellen bringt, an denen er nachher leicht Täuschungen hervorrufen kann.

Der im nachfolgenden beschriebene freischwimmende Strömungsanzeiger nach Sierp und Fränsemeyer besteht aus einer Verbindung der bisherigen bekannten hohlkugeligen Schwimmer in Verbindung mit der Verwendung des stark färbenden Farbstoffes. Durch diesen freischwimmenden Strömungsanzeiger sollen die im vorgenannten aufgeführten Nachteile der bisherigen Strömungsmessungen vermieden werden. Da einerseits die Beeinflussung durch den Wind erheblich herabgesetzt, anderseits aber die Menge des Farbstoffes sehr gering ist, so wird hiermit eine ganz erhebliche Verbilligung der Messung erzielt.

Der Farbstoff wird in einer Hohlkugel A (siehe Fig. 1) so untergebracht, daß er durch den Wasserdruck in gleichmäßigem Strome an das ihn umgebende Wasser abgegeben wird. Der Apparat besteht aus zwei Hohlkugeln, von denen die eine den Farbstoffbehälter, die andere den Luftbehälter darstellt. Durch ein Verbindungsrohr kann die Luft aus dem Luftbehälter in den Farbstoffbehälter gelangen. Hierdurch wird erreicht, daß beim Einsetzen in eine Flüssigkeit der in dem Luftbehälter erzeugte Ueberdruck den Farbstoff aus dem Farbstoffbehälter durch ein besonderes Ablaßrohr, das tief in die Farbstofflösung eintaucht, herausdrückt. Dieses Ablaßrohr besitzt an seinem äußersten Ende eine auswechselbare Düse. Durch Aenderung der Düsenöffnung hat man es in der Hand, mit welcher Geschwindigkeit die Farbstofflösung ausfließen soll. Bei kleineren Schwimmern kann das ganze Ablaßrohr ausgewechselt werden. Zur Einstellung der Ausflußgeschwindigkeit kann man aber auch an Stelle der Düse einen gut einstellbaren Hahnverschluß anbringen.

In Fig. 1 ist der Farbstoffbehälter über dem Luftbehälter angeordnet. Der Luftbehälter steht durch das Rohr A mit dem Farbstoffbehälter in Verbindung. Rohr B ist das Ablaßrohr für die Farbstofflösung. C ist die auswechselbare Düse,

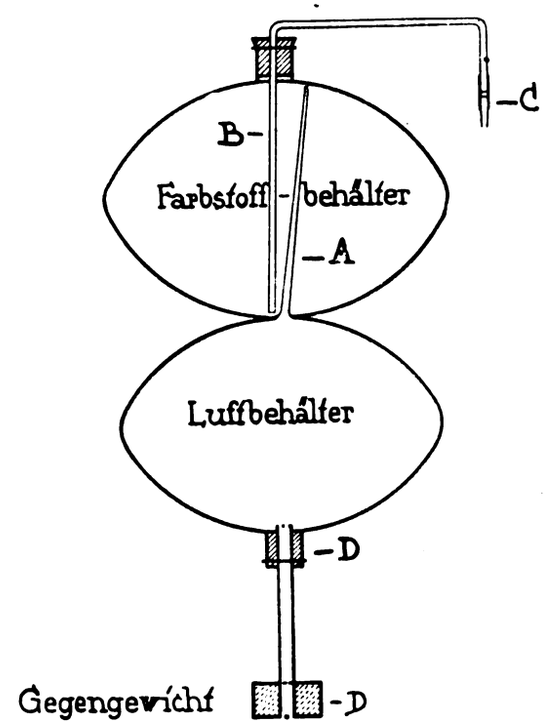


Abb. 1. Farbstoffbehälter.

[1]) Ueber Schwimmer siehe Krummel, Handbuch der Ozeanographie, 2 Bd., 2. Aufl., Stuttgart. S. 422.

Digitized by Google

die auch fest am Rohr B sitzen kann, dann muß aber bei anderer Einstellung das ganze Rohr B ausgewechselt werden. Soll die Einstellung durch Hahn erfolgen, so kann dieser sowohl am Ablaßrohr angeordnet sein, man kann aber auch die Schlauchverbindung zwischen B und C durch einen Quetschhahn bis zur gewünschten Ausflußgeschwindigkeit eindrücken. Es kann natürlich auch durch jeden am Luftbehälter eingeschalteten Hahn die Regelung der Abflußgeschwindigkeit erreicht werden. Durch das am Einlaufrohr angebrachte Gegengewicht wird erreicht, daß der Schwimmer stets senkrecht im Wasser steht.

Wird der gefüllte Schwimmer in das Wasser gelassen, so

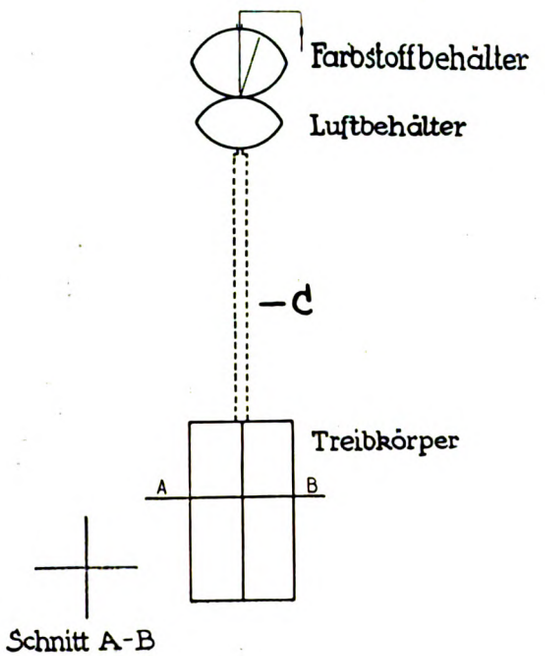


Abb. 2. Vollständige Einrichtung.

dringt dieses durch die Oeffnung D in den Luftbehälter, drückt die Luft in den Farbstoffbehälter und bewirkt so, daß der Farbstoff durch B bei C in gleichmäßigem Strome austritt. Man kann das Einlaßrohr D auch bis oben in den Luftbehälter führen, wodurch eine noch gleichmäßigere Abflußgeschwindigkeit der Farbstofflösung erreicht wird, da dann ja der Wasserstand während der ganzen Messung konstant bleibt.

An Stelle des Luftbehälters kann man auch jede andere Vorrichtung anbringen, die den Farbstoff aus dem Farbstoffbehälter herausdrückt. Dieses kann z. B. mit Hilfe von komprimierten Gasen in der Weise geschehen, daß man z. B. aus Marmor und Salzsäure in dem mit Luftbehälter bezeichneten Hohlkörper Kohlensäure entwickelt. In diesem Falle muß natürlich die Oeffnung D geschlossen werden. Auch Azetylen ist anwendbar.

Soll der Körper für Tiefenmessungen gebraucht werden, so wird er mit einem auf die betreffende Tiefe einzustellenden Treibkörper verbunden.

In Abb. 2 ist eine Verbindung des Schwimmers mit einem Tiefenschwimmer dargestellt.

C ist das Verbindungsstück zwischen Schwimmer und Treibkörper. Dieses Verbindungsstück ist auswechselbar und kann jede gewünschte Größe haben. Die Größe richtet sich lediglich nach der Tiefe, in der die Strömung gemessen werden soll.

In Abb. 3 sind zwei bei sehr vielen Messungen ausprobierte Schwimmer abgebildet. Links der kleine Schwimmer aus Glas wird für Oberflächenmessungen benutzt. Der Fassungs-

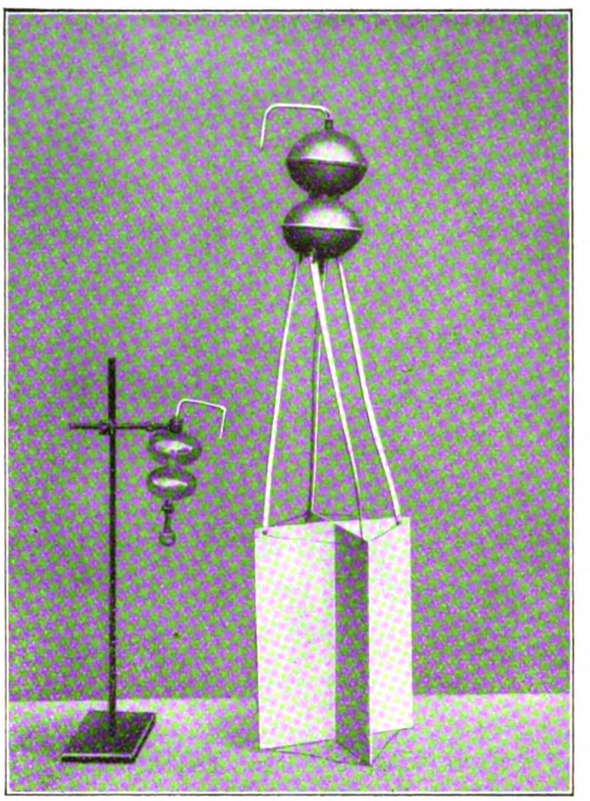


Abb. 3. Kleiner und großer Schwimmer, letzterer mit Tiefenschwimmer.

raum des Farbstoffbehälters beträgt ungefähr 200 ccm. Bei einer Düse, die einen Farbfleck von zirka 2—3 m Durchmesser auf der Wasseroberfläche abgibt, kann der Schwimmer zu einer Messung von zirka ½ Stunde Zeitdauer benutzt werden. Bei der Messung ragt nur das kleine Ablaßrohr von 0,5 m äußerem Durchmesser über die Oberfläche, so daß der Schwimmer durch den Wind nur sehr wenig beeinflußt werden kann. Der rechte Schwimmer ist für Tiefenmessungen bestimmt. Der untere Treibkörper ist auf eine Tiefe von 1 m eingestellt.

Der untere Treibkörper besteht aus zwei kreuzweise zueinander gestellten Aluminiumblechen. Der Farbstoffbehälter faßt etwa 1000 ccm Farblösung, so daß bei einer Düsenöffnung, die auf der Wasseroberfläche einen Farbfleck von 3 bis 4 m Durchmesser erzeugt, Messungen von 1½ stündiger Dauer ausgeführt werden können. Dieser Tiefenschwimmer ist in allen Teilen auseinandernehmbar, so daß er sehr leicht mitgeführt werden kann.

Als Farblösung benutzen wir eine 5prozentige Lösung von Uranin in Wasser. Die Ersparnisse an Farbstoff sind ganz erheblich und trotzdem die Messungen sehr korrekt.

Digitized by Google

In den Kartenskizzen 4 und 5 sind zwei Beispiele von bei wechselnden Wasserständen ausgeführten Messungen aufgeführt. Wenn ja auch die Strömungen hauptsächlich von den verschiedenen Wasserständen abhängig sind, so zeigt sich doch der Einfluß des Windes auf die nur auf der Oberfläche

3. Ein Farbstoff abgebender gläserner Oberflächenschwimmer.
4. Ein Farbstoff abgebender Tiefenschwimmer.

Während der Messung herrschte ein starker Ostwind.

Wie aus der Skizze 1 ersichtlich, wird der Schwimmer 1, der mit hölzerner Oberflächenschwimmer bezeichnet ist, am

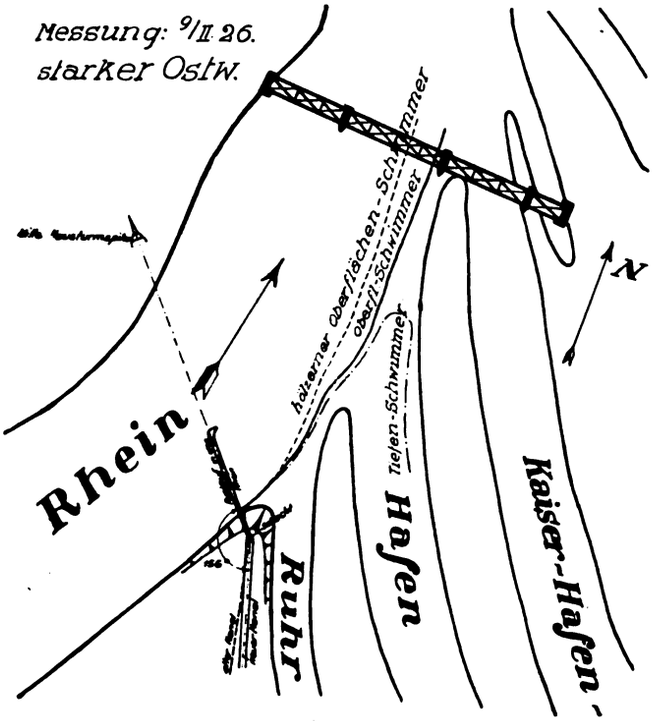


Abb. 4. Messungsergebnisse.

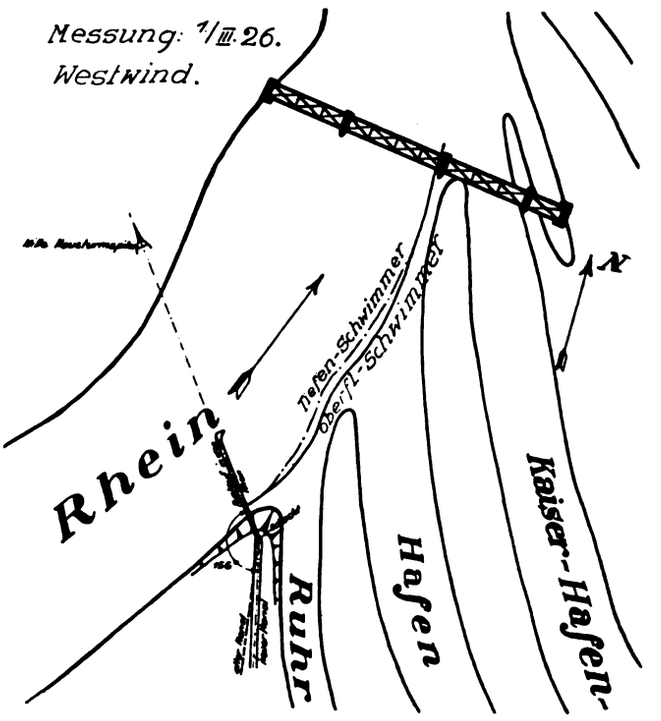


Abb. 5. Messungsergebnisse.

treibenden Schwimmer. Bei der Messung am 9. Februar 1926 wurden vier verschiedene Schwimmer benutzt:

1. Ein auf der Oberfläche schwimmendes Stück Holz (= hölzerner Oberflächenschwimmer).
2. Ein Holzstab von 40 cm Länge, der am unteren Ende mit einem Stück Eisen beschwert ist, damit er senkrecht im Wasser schwimmt. Diese Stäbe sind gut mit Oel gestrichen, um eine Wasseraufnahme während der Messung zu verhindern und sie auf weitere Entfernung sichtbar zu machen.

weitesten abgetrieben. Er kommt für die Beurteilung der Strömung nicht in Frage.

Schwimmer 2 und 3 blieben sehr nahe beieinander. Doch ist ihre Beeinflussung durch den Wind gegenüber dem Tiefenschwimmer, der auf eine Tiefe von 1 m eingestellt war, unverkennbar.

Bei der Messung am 1. März 1926 (siehe Skizze 2) wai Westwind. Auch hier ist eine Beeinflussung der Oberflächenschwimmer durch den Westwind unverkennbar. (W. 778.)

[3]) Ohlmüller u. Spitta, Die Untersuchung und Beurteilung von Wasser und Abwasser 1921. S. 284 (Jul. Springer.)

Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

Von Dr.-Ing. Rudolf Tillmann, Wien.

(Fortsetzung aus Heft 15, S. 179)

Der Anfangswert des durchschnittlichen Gesamtaufwandes für 1 lfd. m Rohrstrang vom lichten Durchmesser D beträgt nach obigem

$$K = \overline{K} + \Delta K = \varphi K = \left\{ \frac{100 + \alpha}{\beta} \left[1 + \frac{\varepsilon}{p} \frac{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T - 1}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T} \right] \right\} K =$$

$$= \varphi \left[0{,}05\, \pi\, \gamma e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \frac{ke}{\sigma} \varkappa + ku \right] D^2 \quad \ldots\ldots (26).$$

Der Faktor

$$\varphi = \frac{100 + \alpha}{\beta} \left[1 + \frac{\varepsilon}{p} \frac{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T - 1}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T} \right] \quad \ldots\ldots (27)$$

möge „Spesenziffer" heißen. Unter normalen volkswirtschaftlichen Verhältnissen müßte in φ auch die Erwerbssteuer für Zinsen- und Tilgungsdienst mit dem Satze S% enthalten sein, entsprechend der Beziehung:

Digitized by Google

$$\varphi = \frac{100 + \alpha}{\beta}\left[\left(1 + \frac{S}{100}\right) + \frac{\varepsilon}{p}\,\frac{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T - 1}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T}\right] \quad \ldots (27')$$

Im Hinblick auf die bereits bestehenden und teilweise noch in Erweiterung begriffenen Steuererleichterungen für volkswirtschaftlich bedeutsame Wasserkraftunternehmungen in einigen europäischen Staaten soll im Folgenden mit S = o gerechnet werden.

Außer dem Betrage K ist für die wirtschaftliche Bemessung einer Turbinenfalleitung nach den einleitenden Ausführungen der Wert der durch Reibung verlorenen elektrischen Arbeit maßgebend. Die rechnerische Erfassung der letzteren setzt die Kenntnis des Gesetzes der gleichförmigen turbulenten Wasserströmung in Rohren voraus. Dieses hat J. Koženy[6]) im Zusammenhalt mit bezüglichen Beobachtungsergebnissen anderer Forscher physikalisch abgeleitet und gefunden:

$$v = \left[1 + 4{,}05\sqrt{\frac{\mathfrak{A}\,R}{\mathfrak{B}}}\right]\sqrt{\frac{R\,J}{\mathfrak{A}}} \quad \ldots (28)$$

worin

v = mittlere Profilsgeschwindigkeit (m/sec),
R = hydraulischer Profilsradius (m),
J = Reibungsgefälle,
$\mathfrak{A}$ = Kennziffer, abhängig von der Wandbeschaffenheit,
$\mathfrak{B}$ = Festwert, abhängig von den physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit.

Mit den Zeichen $\lambda_r = \mathfrak{A}^{-1/4}$ und $\lambda_w = 4{,}05\,\mathfrak{B}^{-1/8}$ läßt sich obige Beziehung in der Form schreiben:

$$v = \lambda_r R^{0,5} J^{0,5} + \lambda_w R^{1,0} J^{0,5} = \left(\lambda_r R^{0,5} + \lambda_w R^{1,0}\right) J^{0,5} \quad \ldots (29).$$

Das erste Glied dieses Ausdruckes gibt den Einfluß der Glätte der Rohrwand, das zweite den der molekularen Beweglichkeit des Wassers auf die mittlere Geschwindigkeit an. Der Ausdruck für das Gesetz der turbulenten Wasserbewegung in Rohren ist demnach ein Binom, das auf exaktem Wege nicht durch eine monomische, zur logarithmographischen Darstellung geeignete Form ersetzt werden kann. Mit praktisch genügender Genauigkeit gelingt dies jedoch näherungsweise. Wird

$$v = \left(\lambda_r R^{0,5} + \lambda_w R^{1,0}\right) J^{0,5} = \lambda R^{\mu} J^{\nu} \quad \ldots (30)$$

gesetzt, so ist die Glättezahl λ ein Wert zwischen λ_r und λ_w, μ liegt zwischen 0,5 und 1,0, und zwar um so näher an ersterem Werte je rauher die Rohrwand und je kleiner R ist, und $\nu = 0{,}5$. In Tabelle 1 sind die Kennziffern λ, μ, ν nach einer Reihe von Geschwindigkeitsformeln für weite Rohre, wie sie bei Wasserkraftanlagen in Betracht kommen, angegeben. Teils handelt es sich dabei um Anwendungsfälle älterer Gleichungen mit besonderen Erfahrungswerten für die Glättezahl (bzw. Rauhigkeitsziffer), teils um neuere aus Beobachtungen gewonnene Beziehungen. Zwei jener Formeln mußten erst auf den einheitlichen Ausdruck $v = \lambda R^{\mu} J^{\nu}$ umgerechnet werden.

Der Ganguillet-Kuttersche Beiwert

$$\lambda_{GK} = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \doteq \frac{1}{n}\cdot\frac{1 + (23 \text{ bis } 24)\,n}{1 + \frac{(23 \text{ bis } 24)\,n}{\sqrt{R}}} \quad \ldots (31)$$

kann für den praktisch gegebenen Schwankungsbereich von R zwischen 0,10 und 1,00 m (entsprechend D = 0,4 bis 4,0 m) und von n = 0,010 bis 0,020 durch die Näherungswertreihe

$$\lambda_{GK} \doteq (0{,}59 \text{ bis } 1{,}00)\cdot\frac{1}{n} \quad \ldots (32)$$

dargestellt werden, auf die weiter unten zurückgekommen wird.

Die von Reichel versonderte Biel'sche Rohrformel hat Verfasser innerhalb des praktischen Schwankungsbereiches von R und J für Wasserkraftdruckleitungen ziffermäßig ausgewertet, logarithmisch aufgetragen und durch Ermittlung der wahrscheinlichsten Werte von λ, μ und ν aus der erhaltenen Abbildung (nach der Methode der kleinsten Quadrate) auf die obige monomische Normalform (Gl. 30) gebracht. Auch die Ergebnisse der Berechnung nach Wright mußten erst logarithmisch ausgewertet werden.

Tabelle 1 läßt erkennen, daß gerade die neueren auf reiches Beobachtungsmaterial gegründeten Formeln die oben ausgesprochene Ansicht über die Größen μ und ν bestätigen. Der Wert μ liegt nahe an 0,7, welche Zahl auch Ph. Forchheimer auf Grund logarithmischer Auswertung vieler Versuchsergebnisse und Formeln bei Rohren und offenen Gerinnen für durchschnittlich zutreffend hält. Es kann daher der Forchheimersche[7]) Formelbau

$$v = \lambda_1 R^{0,7} J^{0,5} \quad \ldots (33)$$

zur Grundlage der folgenden Untersuchungen gemacht werden. Der letztgenannte Forscher führt auf Grund seiner Erhebungen für λ_1, die reziproke Ganguillet-Kutter'sche Rauhigkeitsziffer $\frac{1}{n}$ ein. Die Stichhältigkeit dieses Vorganges läßt sich unter Bezugnahme auf Gleichung (32) wie folgt begründen:

$$v = (0{,}59 \text{ bis } 1{,}00)\cdot\frac{1}{n}R^{0,5} J^{0,5} = \left[(0{,}59 \text{ bis } 1{,}00)\,\frac{1}{n}\,\frac{1}{R^{0,2}}\right] R^{0,7} J^{0,5} \quad \ldots (34)$$

und, da für den Schwankungsbereich von R = 0,10 bis 1,00 der Wert $R^{0,2} = 0{,}63$ bis 1,00, so gilt

$$v = \frac{0{,}59 \text{ bis } 1{,}00}{0{,}63 \text{ bis } 1{,}00}\cdot\frac{1}{n}\cdot R^{0,7} J^{0,5} \doteq \frac{1}{n} R^{0,7} J^{0,5} \quad \ldots (33)$$

Tabelle 1

Lauf. Nr.	Anm. Nr.	Urheber und Kennwort		Rohrgattung	λ	μ	ν
1	8	De Chezy	Génie civil	Stahlrohre, genietet	60,5	0,500	0,500
2	9	„	Holyoke	Schmiedeeisenrohre, überlappt genietet	50,7	0,500	0,500
3	10	„	Los Angeles	Schmiedeeisenrohr, überlappt genietet	49,7	0,500	0,500
4	11	„	Ritom	Schmiedeeisenrohre, geschweißt, Nietmuffen	66,0	0,500	0,500
5	12	„	Ferrum	Schmiedeeisenrohre, geschweißt, alt	63,2	0.500	0,500

[6]) Kozeny J.: Die Wasserführung der Flüsse, Wien, 1920, Verlag Deuticke. S. 30—33.

[7]) Forchheimer Ph.: Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben usw., Verlag Jul. Springer, 1923.

Digitized by Google

Lauf. Nr.	Anm. Nr.	Urheber und Kennwort	Rohrgattung	λ	μ	ν
6	13	Wiener Stadtbauamt	Schmiedeeisenrohre, geschweißt, neu	107,4	0,667	0,556
7	14	Wright	Stahlrohre, genietet, rauh	88,6	0,620	0,500
8	15	Biel-Reichel	Schmiedeeisenrohre, genietet, rauh	66,6	0,501	0,513
9	15	„ „	Schmiedeeisenrohre, geschweißt, rauh	78,6	0,501	0,513
10	16	Mougnier	Gußeisenrohre, alt	53,2	0,625	0,500
11	17	Strickler	Gußeisenrohre, alt	70,0	0.667	0,500
12	17	„	Gußeisenrohre, neu	90,0	0,667	0 500
13	17	„	Schmiedeeisenrohre, genietet, mehrere Längsnähte	65,0 / 70,0	0,667	0,500
14	17	„	Schmiedeeisenrohre, genietet. eine Längsnaht	85,0 / 100,0	0,667	0,500
15	17	„	Schmiedeeisenrohre, geschweißt, neu	125,0	0,667	0,500
16	17	„	Stahlrohre, gezogen, neu	135,0	0,667	0,500

Anhang:

Einschlägige Literatur:

Forchheimer Ph.: Die Verjüngung der Rohrweite bei Hochdruckleitungen. Z. d. V. D. I., 1906, S. 1954.

Koehn Th.: Ausbau von Wasserkräften, 1906, S. 876 ff. Siehe Anmerkung 5.

Ludin A.: Die Wasserkräfte, S. 153—164 und S. 1146 ff.

Rümelin Th.: Wasserkraftanlagen II, Göschen, 1919, S. 98 ff.

Lombardi A.: Le Génie civil, 31. XII. 1921.

Schoklitsch A.: Graphische Hydraulik, Verlag Teubner, 1923, S. 28 ff.

Cathala P. J.: Le diamètre le plus économique d'une conduite forcée. Le Génie civil, 1923, Nr. 10.

Bezüglich statischer Berechnung von Druckrohrleitungen sei die erschöpfende Studie von

Hruschka A. in E. u. M., 1922, Nr. 46 und 47 empfohlen.

8. 29 amerikanische Versuche: Mitgeteilt in: Le Génie civil, Bd. 36, 1899-1900, S. 151.
Siehe auch: Weyrauch R.: Hydr. Rechnen, 4. und 5. Aufl., Stuttgart, Verlag Konrad Wittwer, 1921, S. 135.

9. Messungsergebnisse an einer 2,6 m weiten Druckleitung in Holyoke: Mitgeteilt in: Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1896, S. 269. Siehe auch: Weyrauch R., a. a. O. (Anm. 8), S. 135.

10. Vorschlag einer von der Stadt Los Angeles bestellten Ingenieurkommission, betreffend die Wahl von Rauhigkeitsziffern. Mitgeteilt von Lippincott J. B. in: Eng. News, 1907, 6. VI. Siehe auch: Weyrauch R., a. a. O. (Anm. 8), S. 135.

11. Für die Bemessung der Druckleitung des Ritomwerkes angewendete Formel:
$$h_r = 0{,}018 \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}.$$

12. In der Rohrbauindustrie gebräuchliche Geschwindigkeitsformel, die sich in der einfachen Form $J\,(‰) = \frac{v^2}{D}$ leicht dem Gedächtnis einprägen läßt. Nach mündlicher Mitteilung eines Vertreters der Ferrum A. G., Kattowitz, 1924.

13. Pospisil V. in: Zeitschrift der Gas- und Wasserfachmänner, Band LIX, Heft 13-14, Wien 1919.

14. Wrightsche Formel. Mitgeteilt in Eng. News, Bd. 63, 1910, S. 172. Siehe auch: Weyrauch R., a. a. O. (Anm. 8), S. 136.

15. Reichel: Die Turbinen der A. S. Riukanfos und deren Untersuchung. Z. d. V. D. J., Bd. 58, 1914, S. 1581 ff.
Siehe auch: Weyrauch R., a. a. O. (Anm. 8), S. 135.

16. M. Maugnier'sche Formel, auch in der Form $J = k \frac{v^2}{D^{1,3}}$ darstellbar, derzeit in Frankreich häufig angewendet. Siehe: Cathala P. J. in: Le Génie civil, 1923, Nr. 10.

17. Strickler Dr. A. (Bern) in: Bulletin technique de la Suisse romande, 1923, Nr. 26. Siehe auch: Forchheimer Ph., E. u. M., 1923, Nr. 51.

18. Blasius: Das Aehnlichkeitsgesetz bei Reibungsvorgängen. Mittlg. über Forschungsarbeiten d. V. D. I., Heft 131

Diese Ableitung läßt auch den Genauigkeitsgrad der Annahme $\lambda_1 = \frac{1}{n}$ erkennen. Bei kleinen Durchmessern und großer Wandrauhigkeit kann v nach Forchheimer mit $\lambda = \frac{1}{n}$ berechnet, um zirka 7% größer werden wie der aus der Ganguillet-Kutter'schen Gleichung mit der Rauhigkeitsziffer n ermittelte. Bei R = 1,00 verschwindet die Abweichung vollständig.

In Tabelle 2) sind die für die einzelnen, durch Laufnummern gekennzeichneten Formeln der Tabelle 1) geltenden λ-Werte in bezug auf die Forchheimersche Einheitsgleichung (33) umgerechnet nach

$$\lambda R^{\mu} J^{\nu} = \lambda_1 R^{0,7} J^{0,5} \quad \ldots\ldots\ldots (35).$$

Diese Beziehung kann naturgemäß für λ_1 keinen genauen Festwert liefern, doch ist ein Durchschnittswert dieser Größe aus der Gleichung

$$\log\left(\frac{\lambda_1}{\lambda}\right) = (\mu - 0{,}7)\,(\log R)_m + (\nu - 0{,}5)\,(\log J)_m \quad \ldots (36)$$

ableitbar, in welcher die Mittelwerte der Logarithmen von R und J den praktischen Schwankungsbereichen R = 0,1 bis 1,0 bzw. J = 0,001 bis 0,020 entsprechen.

Mit Rücksicht auf die bei den größeren Durchmessern bestehende Abweichung des Mittelwertes $(\log R)_m$ vom jeweiligen Einzelwert log R, die das nach Gleichung (36) berechnete Verhältnis $\frac{\lambda_1}{\lambda}$ zu groß erscheinen läßt, empfiehlt es sich, sicherheitshalber bei der Rohrbemessung mit Glättezahlen zu rechnen, die im Durchschnitt etwas kleiner sind, wie die in Tabelle 2) ausgewiesenen λ_1-Werte. Insbesondere erscheint die Glättezahl λ_1 für gezogene Rohre etwas zu hoch, weil die von Blasius[18]) für solche vollkommen glatte Rohre auf Grund von Versuchen allerdings mit kleineren Durchmessern gefundene Gleichung $v = 201\, R^{0,71} J^{0,57}$, auf die Forchheimersche Form gebracht, für größere Druckgefälle (zum Beispiel 20 ‰) zu $\lambda_1 = 121$ führt. Für die anderen Rohrgattungen können die Glättezahlen durch Mittelbildung aus den entsprechenden Werten der Tabelle 2) und Abrundung des Mittels gefunden werden.

(W. 555.) (Fortsetzung folgt.)

Tabelle 2.

Lfde. Nr. nach Tabelle 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
λ nach Tab. 1	60,5	50,7	49,7	66,0	63,2	107,4	88,6	66,6	78,6	53,2	70,0	90,0	65,0 / 70,0	85,0 / 100,0	125,0	135,0
λ_1 nach Gl. (35)	76,2	63,8	62,5	83,1	79,7	82,4	97,2	78,1	92,2	58,0	72,8	93,6	67,6 / 72,8	88,4 / 104,0	130,0	140,4

Digitized by Google

Berichtigung

Auf Wunsch des Herrn Ingenieur Roth, welcher uns den Leitartikel für die vorige Nummer freundlichst zur Verfügung gestellt hatte, bemerken wir, daß die in Heft 16 gebrachten Abbildungen aus der Baseler Ausstellung nicht vom Herrn Verfasser beigegeben sind, sondern von uns als allgemeines Material zur Ausstellung, ohne Zusammenhang mit dem Text, dem Heft beigegeben wurden. Es geht dies auch daraus hervor, daß kein Bezug durch Nummern zwischen Abbildungen und Text hergestellt ist. Dasselbe gilt für die im Aufsatz des Herrn Oberregierungsrat Hesselberger stehende Abbildung.

Die Abbildung Seite 187 ist nicht, wie versehentlich eingesetzt, die Uebersichtskarte der Schweizerischen Energieversorgung, sondern die große Rheinkarte vom Bodensee bis zur Reichsgrenze. Die Industriezentren u. dgl. wichtige Punkte sind dort durch farbige Lämpchen gekennzeichnet.

Die Schriftleitung.

Rundschau

Wasserkraftmaschinen.

Erschütterungen an Wasserturbinen. Power, 1. Juni 1926, Auszug aus dem Bericht der 49. Tagung der National Electric Light Association, Wasserkraftausschuß in Atlantic City am 17. bis 21. Mai 1926.

Die Erschütterungen an Wasserturbinen können in periodische und aperiodische eingeteiltt werden, wobei die letzteren sowohl auf Strömungsvorgänge als auch mechanische Ursachen zurückgeführt werden können. Die periodischen Erschütterungen werden darauf zurückgeführt, daß die Druckdifferenzen zwischen Laufradein- und -austritt auf der Schaufelvorder- und -rückfläche nicht gleich groß sind. Bei bestimmten Verhältnissen von Leitschaufelzahl zu Laufradschaufelzahl treten Erschütterungen infolge dieser Ursache ziemlich heftig auf, weil das eintretende Wasser mit verschiedenen Geschwindigkeiten fließt. Durch größeren Abstand zwischen Leitradaustrittskante und Laufradeintrittskante werden diese Erscheinungen vermindert. Wirkungsgradabfälle lassen sich beim Auftreten solcher Störungen nur durch sehr genaue Messungen nachweisen.

Nichtperiodische Erschütterungen offenbaren sich in Schlägen und Druchstößen. Bei untersuchten Turbinen fand man einen stationären Wasserwirbel im Saugrohr, der bei bestimmten Leitschaufelöffnungen auftrat. Bei den meisten Turbinen ist die Saugrohrströmung nicht gleichmäßig und man findet in manchen Fällen eine gegenläufige Strömung. In letzterem Falle wechselt das Vakuum im Saugrohr sehr rasch und gibt zu Wasserschlägen Veranlassung. Wenn das Wasser Luft mit sich führt, so dehnt sich diese im Saugrohr mit scharfem Krachen aus und verursacht ebenfalls heftige Druckstöße. Bei Turbinen, welche mit stark variierenden Gefällen arbeiten müssen, sind diese Störungen häufiger zu beobachten. Erwähnt wird der Fall, wo eine Turbine eine um 20% höhere Leistung ergibt, wenn das zeitweilig auftretende höhere Gefälle auf den Betrag des Normalgefälles abgedrosselt wird, weil es unmöglich ist, die Turbine bei dem höheren Gefälle mit voller Leitschaufelöffnung wegen der sehr starken Erschütterung laufen zu lassen. Erwähnt werde noch, daß derartige Störungen nicht notwendigerweise Korrosionen zur Folge haben müssen, daß solche aber in den meisten Fällen auch beobachtet werden konnten. (W. 804.)

Schilhansl.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Hydraulik.

Il registratore del Prof. Ganassini per la portata dei canali. (Der registrierende Durchflußmesser für Kanäle nach Prof. Ganassini.) — L'Energia Elettrica, 1926, H. 7, S. 581—584, m. 3 Abb. — (Beschreibung des Meßgerätes, das mittelst Schwimmers und Kurvenscheibe die Durchflußmenge integriert. — Vgl. einen ähnlichen Apparat von Schenker, diese Zeitschr. 1925, H. 2, S. 45.)

Eingegangene Bücher.

Die Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung der Schweiz. Herausgegeben unter Mitwirkung der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung, Basel, des Schweiz. Baumeister-Verbandes (Vereinigung Schweiz. Tiefbau-Unternehmer), Zürich, sowie namhafter Fachleute. Redaktion: Dipl.-Ing. Gurewitsch. — Zürich 1926. Herausgeber und Verlag Max Fenner. 124 S. Text mit 154 Abb. — Preis geh. RM. 10.—.

Notizie sull' attività del Servizio Idrografico (Bericht über die Tätigkeit des hydrografischen Amtes). — Veröffentlichungen der Direktion der III. Sektion des Ministeriums für öffentliche Arbeiten). Annali dei Lavori Pubblici, 1925, Nr. 12, S. 1037—1051, und 1926, Nr. 4, S. 265—291, mit 22 Abb. — (Organisation, allgemeine Uebersicht über die Tätigkeit, Untersuchungen über die Morphologie von Gießbächen; Abb. über Wassermessungseinrichtungen mit Schwimmflügeln und bemannten Kabelkranen). —

Buchbesprechungen

Untersuchungen über Wassermessungen. Nr. 18 der Mitteilungen des Eidge. Amtes für Wasserwirtschaft. Preis Fr. 8,—.

Dieses anläßlich der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926 und der dortigen Sondertagung der Weltkraftkonferenz herausgegebene Buch behandelt in drei Aufsätzen

1. Vergleichsversuche in den Ablaufkanälen des Elektrizitätswerks Amsteg von F. Kuntschen (französisch);
2. Der hydrometrische Flügel und die Messung sehr hoher Wassergeschwindigkeiten, von demselben, auch französisch;

Wasserkraft-Jahrbuch 1925|26
ist erschienen.

Digitized by Google

3. Untersuchungen über den hydrometrischen Flügel von Dr. A. Strickler (deutsch).

Die Versuche zu 1. fanden im Jahre 1922 unter besonders günstigen örtlichen Umständen statt, so daß Wassermengen bis zu 4,4 m³/sec nach vier voneinander unabhängigen Verfahren, nämlich volumetrisch, mit Flügel, mit Ueberfall und mit der Salzlösungsmethode gemessen werden konnten, ein sicherlich nur äusserst selten vorkommender Fall. In der zweiten Arbeit berichtet derselbe Verfasser über seine Versuche mit normalen hydrometrischen Flügeln bei Wassergeschwindigkeiten bis zu 13 m/sec! — Die Ergebnisse beider Untersuchungen sind zu umfangreich, um hier mitgeteilt werden zu können. Sie finden sich eingehend dargestellt in der kleinen, bei Springer erschienenen Schrift des Referenten: „Der Genauigkeitsgrad der Flügelmessung bei Wasserkraftanlagen".

Die dritte Arbeit von Strickler befaßt sich im ersten Teil mit einer Entwicklung der Theorie des hydrometrischen Flügels. Sie war schon 1924 abgeschlossen und wurde der vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein eingesetzten Kommission zur Aufstellung von „Normen für Wassermessungen" zur Verfügung gestellt. Die Kommission hat aber anscheinend diese Arbeit nicht verwendet, sondern ist eigene Wege gegangen. Vermutlich sind aber beide Untersuchungen durch die 1925 bei Springer erschienene Ottsche Arbeit „Theorie und Konstantenbestimmung des hydrometrischen Flügels" überholt. —

Die weiteren Ausführungen von Strickler „Ueber den Einfluß der Schiefstellung und Turbulenz" sowie „Ueber die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Flügeleichung und der mit Flügeln ausgeführten Wassermessungen", die ebenfalls eingehend in der oben genannten kürzeren Schrift zusammengefaßt sind, haben für die Praxis einen hohen und bleibenden Wert.

Es muß im ganzen sehr dankbar begrüßt werden, daß das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft sich entschlossen hat, das in jahrelanger Arbeit angesammelte reiche Material, das alles in allem die vorzügliche Bewährung der hydrometrischen Flügel bekräftigt, nunmehr in mustergültiger Form der Oeffentlichkeit zu übergeben. (W. 815) A. Staus.

Die hydraulischen Einrichtungen des Maschinenlaboratoriums der staatlichen württembergischen höheren Maschinenbauschule in Eßlingen am Neckar. Mit einem Anhang: Die Messung kleinster Wassergeschwindigkeiten mit dem hydrometrischen Flügel. Von Prof. Dr.-Ing. A. Staus, 57 Seiten mit 46 Abbildungen und 10 Zahlentafeln. Berlin 1925. Verlag Julius Springer. Preis geheftet RM. 3,60.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die für eine technische Mittelschule bemerkenswert vollständigen Versuchseinrichtungen eines hydraulischen Laboratoriums, deren Einzelheiten sowohl wie deren Zusammenstellung wohldurchdachte Dispositionen hinsichtlich des Lehrwertes wie hinsichtlich möglichst allgemeiner Verwendung zeigen und auch Handhaben für weitergehende Untersuchungen, über das Schulpraktikum hinaus, innerhalb eines gewissen Rahmens bieten. Es sei nur die Wassermeßeinrichtung mittels Danaiden, die Einrichtung zur Prüfung von Wassermessern, von Modellturbinen, ein Schirmmeßkanal und ein Flügeleichkanal mit Meßwagen erwähnt. Die Einrichtung zum Nachweis der kritischen Geschwindigkeit durch einen konzentrisch in ein Glasrohr vermittelst einer Düse eingeführten Farbflüssigkeitsfaden, wie ich sie 1910 in den Vorlesungen der Münchner Technischen Hochschule im Projektionsapparat horizontal einbaute, ist hier in zweckmäßiger Weise vertikal von oben nach unten durchgeführt. Nächst diesem beschreibenden Teil über die vorzüglich zu nennenden Einrichtungen, die auch eine Francis-Turbine von 10 PS-Leistung umfassen, verdienen die Ausführungen des Verfassers über die Messung kleinster Wassergeschwindigkeiten mit dem Flügel Beachtung. Der Verfasser erteilt hierbei dem Flügel ein Drehmoment von außen und erfaßt den Unterschied zwischen der dadurch im ruhenden Wasser verursachten Umdrehungsgeschwindigkeit und der im langsam strömenden Wasser sich einstellenden (höheren) Umdrehungsgeschwindigkeit. Die absolute vom Stillstand beginnende Drehzahlmessung, welche wegen der Reibungswiderstände des Flügels bei sehr geringer Strömungsgeschwindigkeit unsicher, unter Umständen sogar unmöglich ist, wird dabei auf die Messung einer Differenz und dadurch Ausschaltung der Reibung des Stillstandes überführt. Die Bedeutung und Durcharbeitung dieses Gedankens rechtfertigt jedenfalls nicht die zurücktretende Bezeichnung „Anhang". Neben diesem letzteren Neuen ist die Schrift auch als Leitfaden für die Einrichtung ähnlicher Anstalten bestens zu empfehlen. (W. 816.) Ing. C. Reindl.

Der kreisrunde Ueberfall und seine Abarten. Von Prof. Dr.-Ing. A. Staus und Prof. K. v. Sanden. — Sonderabdruck aus „Gas- u. Wasserfach" 1926, Verlag R. Oldenbourg, München. 39 S. mit 16 Abb.

Die Verfasser entwickeln erstmals eine genaue Theorie des kreisrunden Ueberfalles, als der am leichtesten herzustellenden Form, auf elliptischen Integralen und vereinfachen die Verwendung durch Kurven und Zahlentafeln sowie durch angenäherte Darstellung einer Reihenentwicklung. Die Theorie ist weiter ausgedehnt auf den halbkreisförmigen Ueberfall (obere Hälfte der Kreisfläche) und auf Kombinationen von Kreisbogen und Geraden. Eine Maßfehlertheorie für alle Arten von Ueberfällen als Grundlage zu deren Kritik schließt sich an; ein reiches Literaturverzeichnis unterstützt beim Studium der sorgfältig durchgearbeiteten Monographie. (Rdl.)

Vereine — Versammlungen.

Verein Beratender Ingenieure e. V. (V. B. I.), Berlin-Lichterfelde, Roonstr. 35/I.

Die diesjährige Mitgliederversammlung findet vom 4. bis 6. September in Breslau statt. In der am 6. September im Sitzungssaal der Handwerkskammer zu Breslau, Blumenstr. 8, um 9½ Uhr vormittags veranstalteten öffentlichen Sitzung werden folgende Vorträge mit anschließender Aussprache gehalten:

1. „Die Wasserversorgung von Deutsch-Oberschlesien" (Rosenquist-Breslau).
2. „Welchen Vorteil bietet der Beratende Ingenieur bei einem Fabrikbau" (Zieger-Zittau).
3. „Lage der Weltwirtschaft und der deutschen Wirtschaft" (Simon-Berlin).

Zu dieser Veranstaltung sind Gäste willkommen.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81. Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 5. 10. 26.

27c², 13. H. 105 728. Dr. Jaroslav Havliček, Mähr. Ostrau; Vorrichtung zur Verhinderung des Pumpens in Kreiselverdichtern; Zus. z. Pat. 386 423. 8. 3. 26.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 18 **München, 15. September 1926** **21. Jahrgang**

Entleerung des Werkkanals der „Mittlere Isar A.G."

Die Werke der „Mittlere Isar A.G." haben im Dezember 1924 die Stromerzeugung begonnen und bis Ende Juli 1926 230 Millionen kWh Drehstrom und 23 Millionen kWh Einphasen-Wechselstrom abgegeben. Der Werkkanal selbst ist etwa seit zwei Jahren in Benützung. Daher erschien der Leitung der „Mittlere Isar A.G." jetzt der Zeitpunkt gekommen, sich davon zu überzeugen, wie die Anlagen die bisherige Betriebszeit überstanden haben. Vor allem war es wichtig zu wissen, wie sich der 40 km lange Werkkanal mit den streckenweise sehr hohen Dämmen und tiefen Einschnitten und der 5 km lange Semptflutkanal gehalten haben, wie sich die Betonauskleidung des Kanals, die auf rund 34 km vorhanden ist, bewährt hat, ob die Saugschläuche und Saugrohrkammern in den Kraftwerken Finsing, Aufkirchen und Eitting durch die bisherige Beanspruchung nicht gelitten haben und in welchem Zustande sich überhaupt alle Tiefbauten, Schützenanlagen und Maschinen befinden. Gleichzeitig sollten mit dieser Hauptnachsicht Ausbesserungsarbeiten an zwei Stellen des Werkkanals verbunden werden, die durch starke Wasseraustritte Anlaß zu Bedenken gegeben haben. Um diese schon seit längerem bestehenden Absichten durchführen zu können, war es notwendig, den Werkkanal vollständig zu entleeren und die Werke auf einige Zeit stillzulegen. Der Sommer 1926 erschien insoferne dafür günstig, als das Walchenseewerk, mit dem zusammen die Mittlere Isar die beiden Stromabnehmer, das Bayernwerk und die Reichsbahn, beliefert, um diese Zeit über reichliche Wasservorräte im Walchensee verfügte und als auch die übrigen bayerischen Flüsse, deren Wasserkräfte ausgenützt werden, viel Wasser führten. Aus letzterem Grunde und wegen der allgemeinen Wirtschaftslage war um diese Zeit die Gesamtstromabgabe des Bayernwerkes nur so hoch, daß das Walchenseewerk allein bei einer verhältnismäßig kleinen Einschränkung eines Hauptstromabnehmers des Bayernwerkes die übrigen Bedürfnisse sowohl der Ueberlandversorgung als auch der Reichsbahn befriedigen konnte. Es ist zu erwarten, daß sich der Strombedarf im Herbst bei Beginn der Dreschzeit und bei geringerer Wasserführung der Flüsse rasch heben wird; wenn die Hauptnachsicht bei der Mittleren Isar noch im Jahre 1926 stattfinden sollte, war daher der August der äußerste Termin dafür. Da nicht vorauszusehen war, welche Ausbesserungs- und Räumungsarbeiten zu den bereits geplanten noch hinzukommen würden, wurde von vornherein beschlossen, die Betriebseinstellung auf eine Zeit von mindestens 14 Tagen auszudehnen. Der Beginn der Betriebseinstellung wurde für Samstag, den 7. August 1926, nachmittags, angesetzt; ein Samstag wurde deshalb gewählt, weil zwischen Samstag nachmittag und Montag vormittag an und für sich die Werke nur geringfügig belastet sind.

Natürlich bedeutet das Entleeren eines Werkkanals wie des der Mittleren Isar ein gewisses Wagnis, da zu befürchten ist, daß unter Umständen Abrutschungen an den Innenböschungen eintreten, die dadurch veranlaßt werden können, daß in Einschnittsstrecken das ungefähr auf die Höhe des Kanalwasserspiegels angestaute Grundwasser und in den Auftragsstrecken das hinter der Betonauskleidung der Böschungen befindliche Wasser nach innen austritt und feine Erdteilchen mitreißt. Ebenso ist natürlich auch das Wiederauffüllen des Kanals mit Gefahren verknüpft, da die Dichtung der Betonauskleidung, die sich im Laufe der Betriebszeit gebildet hat, bei der Kanalentleerung teilweise verloren geht, indem die feinen Schlammteilchen aus den Poren des Betons durch das gegen den Kanalquerschnitt austretende Wasser ausgespült werden. Bei der Wiederfüllung des Kanals muß diese Dichtung erst von neuem gewonnen werden. Das Ablassen und Wiederfüllen durfte daher nur ganz langsam erfolgen, damit diese Gefahren möglichst vermieden werden. Es wurde dafür ein genaues Programm aufgestellt.

Bereits mehrere Tage vor der Entleerung wurden einzelne Kanalhaltungen allmählich so tief abgesenkt, daß gerade noch die zur Deckung der erforderlichen Mindestleistung notwendige Wassermenge vorhanden war, ohne daß die zulässige Fließgeschwindigkeit überschritten wurde und die Saugrohre Luft schnappten. Von diesem Fließzustande aus wurden die Haltungen dann derart entleert, daß die Oberwasserspiegel in den Kraftwerken in der ersten Stunde um 50 cm, in der zweiten Stunde um 40 cm, in der dritten um 30 cm und in den folgenden Stunden um je 20 cm abgesenkt wurden. Die Absenkung wurde in den einzelnen Haltungen zu verschiedenen Zeiten begonnen, und so gestaffelt, daß durch die einzelnen Haltungen nie mehr Wasser floß, als bei den jeweils vorhandenen Wasserspiegellagen mit Rücksicht auf die Fließgeschwindigkeit zulässig war. Die größte während der Absenkung am untern Ende des Werkkanals abgeleitete Wassermenge betrug 83 cbm/sec. Dabei war der Einlauf von Wasser aus der Isar am 7. August 1926 bereits vormittags um 9 Uhr eingestellt worden. Bis nachmittags 2 Uhr wurde aus dem Inhalt der Haltungen noch soviel Wasser abgeführt, daß die Stromerzeugung bis dahin aufrecht erhalten werden konnte. Die Haltung I war in der Nacht vom 7. auf 8. August um 8 Uhr abends und die Haltung II um 2 Uhr morgens entleert, die Haltungen III und IV anderntags früh 8 Uhr.

In ähnlicher Weise erfolgte auch das Wiederauffüllen des

Digitized by Google

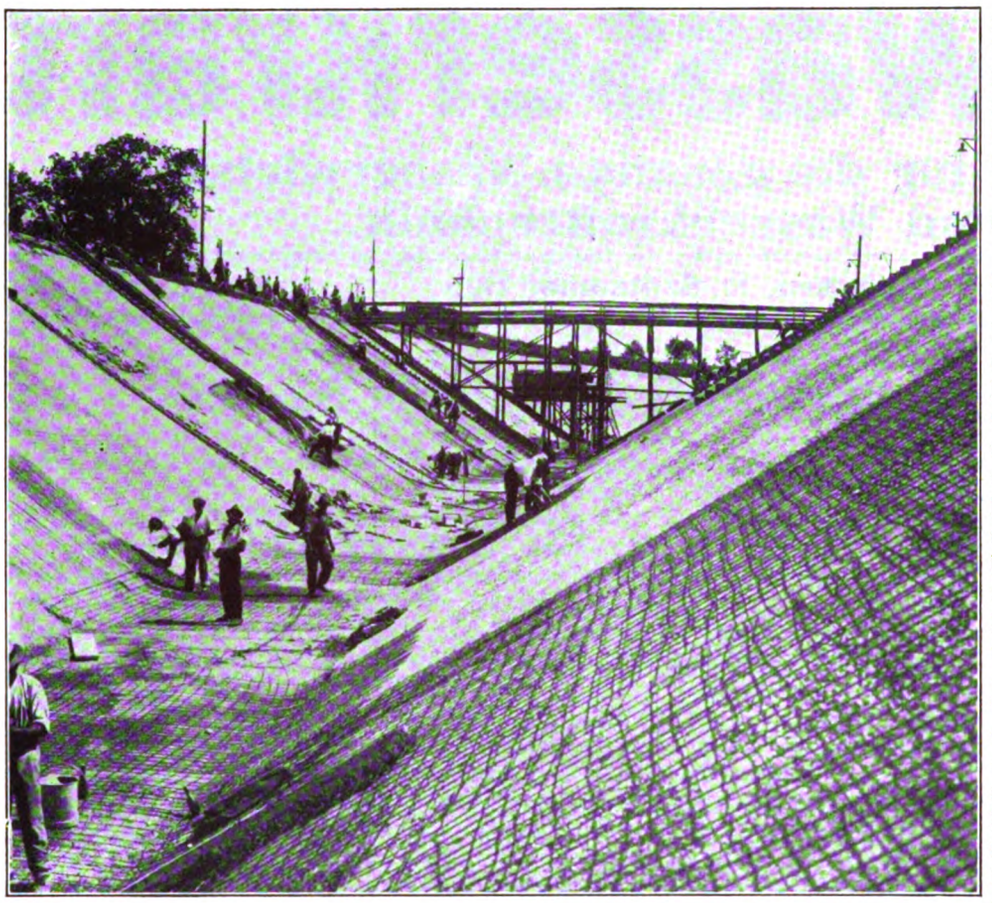


Abb. 1. Aufbringen einer Eisenbetonschale im Werkkanal.

Kanals am Freitag, den 20. August 1926. Dabei wurde Wert darauf gelegt, daß ein ständiger Durchfluß durch die Haltungen stattfand. Zu diesem Zweck wurde mit steigender Füllung der Haltungen die am Wehr eingeleitete Wassermenge von 2,5 bis auf 55 cbm/sec allmählich vermehrt. Im Oberwasser der Kraftwerke wurde dabei der Wasserspiegel in der ersten Stunde um 50 cm, in der zweiten Stunde um 40 cm, in der dritten um 30 cm und in den folgenden Stunden um 20 cm gehoben. Nachdem die Kanalhaltungen soweit gefüllt waren, daß 55 cbm/sec ohne zu große Erhöhung der Fließgeschwindigkeit durchfließen konnten, und nachdem die Saugrohre wieder eingetaucht waren, wurde vorerst davon abgesehen, die Wasserspiegel noch weiter zu heben und mehrere Tage lang mit dieser Wasserspiegellage und dieser Wassermenge der Kraftwerksbetrieb durchgeführt, der am Morgen des Montags, des 22. August 1926, wieder aufgenommen wurde.

Für die Ausbesserungsarbeiten, die im Voraus schon bekannt waren, waren genaue Baupläne aufgestellt und sorgfältige Vorbereitungen getroffen worden. Für diese Vorbereitungen waren den Bauleitungen drei Wochen Zeit gelassen worden. Die beiden erwähnten Hauptausbesserungsstellen, bei Kanal-km 4,4 und 34,3 glichen sich insoferne, als in beiden Fällen der Kanal so hoch im Auftrag liegt, daß die Kanalsohle rund 3 m über Gelände geschüttet ist, und als sich unter dem Kanal Bauwerke befinden. Bei Kanal-km 4,4 ist dies ein Durchlaß für das aus der Unterföhringer Au kommende Quell- und Oberflächenwasser, bei Kanal-km 34,3 ist es ein Tunnel zur Unterführung der Straße von Reisen nach Eitting. In beiden Fällen haben sich ungleichmäßige Setzungen der Dämme und der Kanalsohlen über den Bauwerken ergeben, die wohl dadurch verursacht worden sind, daß die Massen in den Baugrubenzwickeln stärker zusammengepreßt wurden als das umliegende Gelände. Dadurch entstanden Risse in der Betonauskleidung, durch die Wasser durchdrang. Dieses Wasser trat an den Bauwerken aus, und da es zeitweilig trübe war, bestand die Befürchtung, daß sich im Innern der Dämme Hohlräume bildeten, die mit der Zeit gefährlich werden konnten. Die beiden Stellen waren im Laufe der beiden Betriebsjahre schon mehrmals untersucht und, so gut es ging, ausgebessert worden. Dabei waren auch Taucher verwendet worden. Es war jedoch wünschenswert, hier einmal eine gründliche Ausbesserung vornehmen zu können. Diese bestand nun darin, daß nach Entleerung des Kanals die Risse in der Betonauskleidung verbreitert wurden und daß die Betonauskleidung überhaupt ganz entfernt wurde, da wo durch Klopfen hohle Stellen festgestellt wurden. Die Hohlräume und Risse wurden dann wieder sorgfältig zubetoniert. Außerdem wurde, um späteren Beschädigungen möglichst vorzubeugen, auf 80 m Länge auf die Betonauskleidung des ganzen Querschnittes eine 8 cm starke Eisenbetondecke aufgelegt. Die Armierung in der Mitte dieser Schale bestand aus einem Netz von 5 mm starken Rundeisen, die in 10 cm Entfernung voreinander verlegt wurden. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen das Aufbringen der Eisenbetonschale. Diese Arbeiten waren am Freitag, den 20. August 1926 plangemäß beendet. Um das zufließende Grundwasser abzuleiten war es notwendig gewesen, bei Kanal-km 4,4 mehrere Pumpen aufzustellen, während bei Kanal-km 34,3 zuerst die linke Hälfte des Kanalquerschnittes mit der Schale verkleidet wurde und nach ihrer Fertigstellung und Umlegung des Wasserdurchflusses die rechte Hälfte.

Außer diesen beiden schon vorher geplanten größeren Ausbesserungen waren nur verhältnismäßig wenig weitere Arbeiten auszuführen, da der Befund bei allen Anlagen ausgezeichnet war. Sehr gut hat sich der Wehreinlauf mit seinen Spülschützen bewährt. Obwohl in den beiden Betriebsjahren eine größere Reihe von Hochwässern in der Isar abgeflossen sind und, wie die Kiesablagerungen oberhalb und unterhalb des Wehres erkennen lassen (siehe Abbildung 3), ein starker Geschiebegang stattgefunden hat, ist kein Kies über die Einlaufschwelle in den Werkkanal eingedrungen. Der Gedanke, der in der Konstruktion des Einlaufs verwirklicht ist, hat sich als

Digitized by Google

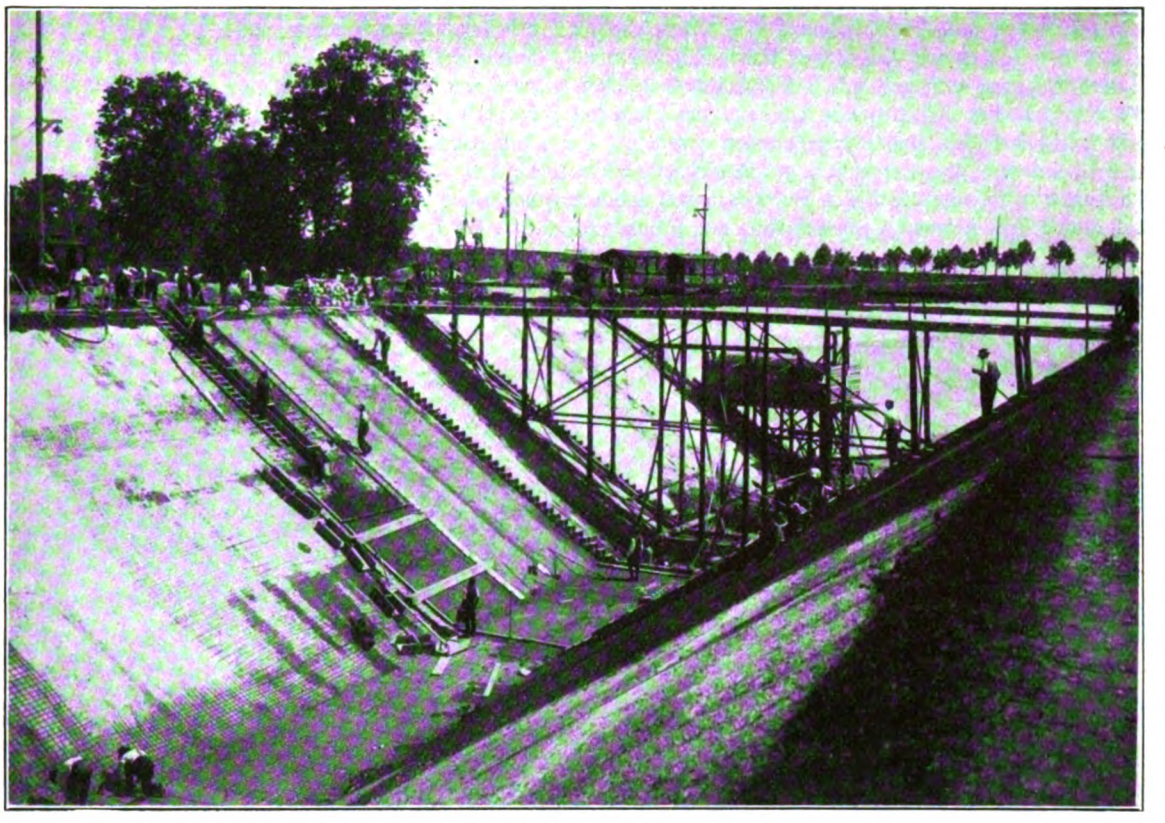


Abb. 2. Aufbringen einer Eisenbetonschale im Werkkanal.

richtig erwiesen: Es soll der tote Raum, der vor der Einlaufschwelle beim Aufsteigen der Wasserfäden von der Flußsohle über die Schwelle entsteht, ständig abgesaugt und dadurch die Bildung von Wirbeln mit stehender Achse, die die einzelnen Kiesstücke nach oben mitreißen, vermieden werden. Während der ganzen Betriebszeit war dieses Ziel verfolgt worden, indem ständig Wasser durch die Spülkanäle geführt wurde. Zu Zeiten geringerer Wasserführung floß dieses Wasser aus den Spülkanälen durch das kleine Klärbecken dem Werkkanal zu; wenn mehr Wasser in der Isar vorhanden war als im Werkkanal benötigt wurde, ging der Auslauf aus den Spülkanälen zum Unterwasser des Wehres.

Abb. 3. Kiesablagerung vor dem Wehr.

Eine weitere Ausbesserung wurde am rechten Werkkanal-Ufer bei Kanal-km 0,2 notwendig, wo schon früher bei größeren Absenkungen des Kanalwasserspiegels der Böschungsbeton durch das hier sehr stark austretende Grundwasser durchbrochen worden und teilweise abgerutscht war. (Siehe Abb. 4.) Der Werkkanal wurde geräumt und die Böschungsbetonierung am Fuß durch ein Bruchsteinpflaster ersetzt, während der oberste Streifen wieder betoniert wurde.

Im übrigen hat sich der Werkkanal außerordentlich gut gehalten. Einige kleinere Ablagerungen, die noch vom Bau herrührten, wurden entfernt. Größere Schlammablagerungen fanden sich nur an der Erweiterung des Kanals beim Speichersee-Einlauf (siehe Abbildung 5) und in den Becken der Wasserschlösser. Sie bestanden aus Isarschlick und hauptsächlich aus Abwasserschlamm, wie der unangenehme Geruch bewies. Da die Kläranlage etwa ein Jahr später wie der Werkkanal in Betrieb kam, war das Werkkanalwasser in der ersten Zeit des Betriebes stark mit Abwasser durchsetzt, dessen grobe Stoffe an den Stellen geringer Geschwindigkeit im Kanal ausgeschieden wurden. Die Ablagerungen sind ein Beweis dafür, wie notwendig es war, gleichzeitig mit dem Ausbau der mittleren Isar auch die einwandfreie Beseitigung der Münchener Abwässer zu regeln. Während der zur Verfügung stehenden Zeit ist es nicht gelungen, die Ablagerungen vollständig zu entfernen. Wenn sich später Mißstände ergeben sollten, wird es notwendig sein, sie mit einem kleinen Schwimmbagger zu beseitigen.

Die Kanalbetonierung war durchweg in sehr gutem Zustand, auch die zweimaligen Böschungen in den ungeschützten Einschnittstrecken waren fast unverändert, ebenso waren die Saugschläuche in Finsing und die Saugrohrkammern in Aufkirchen und Eitting, sowie die Laufräder der Turbinen und alle

Digitized by Google

Schützenanlagen ohne jede Beschädigung. Die Anstriche an Schützen und Saugrohren wurden, soweit notwendig, während der Zeit der Stillegung erneuert, wie selbstverständlich überhaupt alle erforderlichen Arbeiten, die während des Betriebes der Werke nicht möglich sind, vorgenommen wurden.

Naturgemäß brachte die vierzehntägige Betriebseinstellung erhebliche Kosten, nicht nur durch den Betriebsausfall, sondern auch durch die vorgenommenen Ausbesserungs- und Räumungsarbeiten. Demgegenüber steht der große Vorteil, den sie gebracht hat, daß sie den guten Zustand aller Anlagen nachgewiesen hat und damit für die Fortsetzung des Betriebes Sicherheit und Beruhigung gewährleistet. Nach Ansicht des Verfassers sollte jedes große Wasserkraftunternehmen nach Umlauf einer gewissen Betriebszeit eine derartige Hauptnachsicht durchführen und die Kosten dafür nicht scheuen. (W. 829.) Dr.-Ing. Kurzmann.

Abb. 4. Abgerutschte Betonböschung bei Kanal-km 0,2.

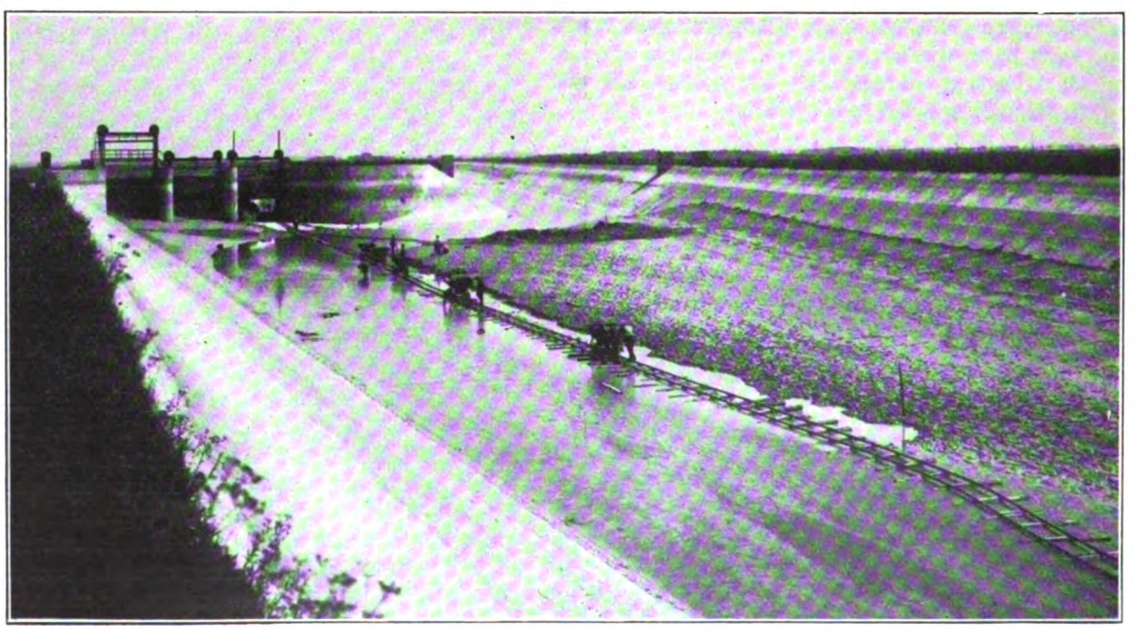


Abb. 5. Schlamm-Ablagerung vor dem Speichersee-Einlauf.

Digitized by Google

Einfluß der Achsendrehung der Erde auf die Flüsse.

Von Professor Adolf Ludin, Berlin.

Zusammenfassung.

Der Einfluß der Achsendrehung der Erde auf die Flüsse kann ersetzt gedacht werden durch den Einfluß einer Flußkrümmung. Die entsprechenden „virtuellen Krümmungsradien messen praktisch viele tausend Meter (vgl. Tabelle am Schluß des Aufsatzes). Der Einfluß der Achsendrehung ist demnach sehr klein und darf nicht überschätzt werden.

— — — — — —

In Heft 5 dieses Jahrganges der „Wasserkraft" hat Herr Geh. Baurat Bassel in dankenswerter Weise erneut die Aufmerksamkeit auf das vielumstrittene sogenannte Baersche Gesetz gelenkt und eine rechnerische Auswertung der dabei in Frage kommenden Wirkungen versucht. Die mechanische Grundlage des Baerschen Gesetzes ist tatsächlich schon von verschiedenen Autoren untersucht worden, von denen hier nur Keck, Exner und Henkel hervorgehoben seien.[1]) Die Basselsche Entwicklung, die ganz richtig von Betrachtung der gedachten Relativbahn eines frei auf widerstandsloser Erdoberfläche beweglichen Massenpunktes ausgeht, kommt zu dem Ergebnis, daß der Einfluß der Achsendrehung auf die Laufausbildung der Flüsse bedeutend sein müsse, weil die Abweichung der gedachten Relativbahn vom Ausgangsmeridian schon in verhältnismäßig gering angenommener Entfernung als sehr beträchtlich ermittelt wurde. Zur Erläuterung der Bedeutung des angewandten Beurteilungsmaßstabs und zur Begründung weiterer Schlußfolgerungen kann nachstehende, auf möglichste Veranschaulichung abzielende Ableitung dienen:

Abbildung 1 zeigt, wie ein auf der nördlichen Halbkugel frei beweglicher Massenpunkt, der mit „relativ" meridional gerichteter Anfangsgeschwindigkeit v einen beliebigen Ausgangspunkt A verläßt, eine rechts abweichende relative Bahnkurve beschreibt, die analytisch durch folgende Gleichungen bestimmt ist:

$$u = u_1 \cos\varphi \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

worin $u_1 = R\omega^2$) $\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$

$$dy = vdt = Rd\varphi \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$dx = dudt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$du = u_0 \sin\varphi\, d\varphi = -R\omega \sin\varphi\, d\varphi$$

(was ohne Differenzialrechnung aus dem Geschwindigkeitsdiagramm Abb. 3 zu entnehmen ist,) $\ldots\ldots\ldots (5)$

$$dx = u_0 \sin\varphi\, d\varphi\, dt \quad \ldots\ldots (6)$$

Ist der Massenpunkt nun aber Repräsentant einer im meridionalen Flußbett zwangsläufig geführten Wassermasse, so drückt er gegen das Ostufer entsprechend (nicht: „mit") der Geschwindigkeitsdifferenz. Mit anderen Worten: der Massenpunkt muß eine seinem west-östlichen Voreilbestreben entgegengerichtete und es gerade aufhebende Beschleuni-

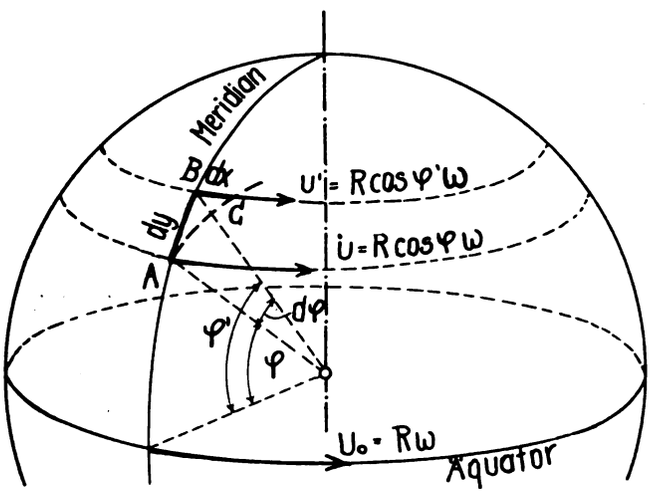


Abb. 1.

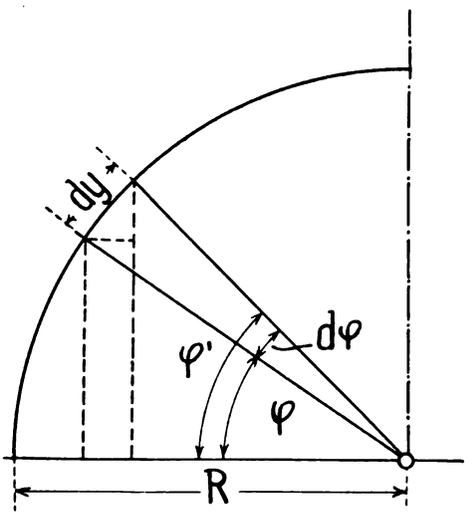


Abb. 2. Wegdiagramm.

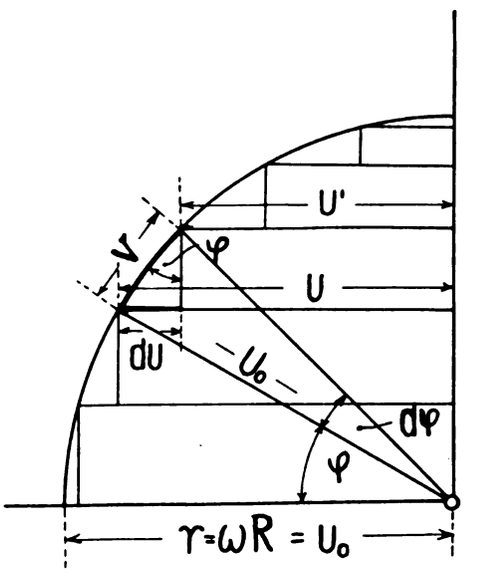


Abb. 3. Geschwindigkeitsdiagramm.

1) Keck, Vorträge über Mechanik, Hannover 1898, S. 139 ff. Exner, Dynamische Meteorologie, Leipzig-Berlin, 1917, S. 25 ff. Henkel in Petermanns Mitteilungen 1922, S. 54.

2) ω ist die Winkelgeschwindigkeit der Erddrehung in Zahlen: $\frac{2\pi}{86\,164}$ (Sterntag!) $\frac{1}{13\,750}$; u_0 ist die äquatoriale Umfangsgeschwindigkeit = 463 m/sec. Bei der ganzen Untersuchung darf die Erde als Kugel behandelt werden.

Digitized by Google

gung p_n erfahren, deren Größe sich nach den Regeln der Mechanik berechnet aus:

$$dx = p_n \frac{(dt)^2}{2} \text{ was mit (4) zusammen ergibt: } \ldots . (7)$$

$$dudt = p_n \frac{(dt)^2}{2} \text{ oder}$$

$$p_n = 2 \frac{dudt}{(dt)^2} = 2 \frac{du}{dt} \quad \ldots \ldots . (8)$$

Einsetzung des Ausdrucks (5) für du liefert:

$$p_n = -2 \frac{R\omega \sin \varphi \, d\varphi}{dt}$$

$$\text{da nach 3: } d\varphi = \frac{vdt}{R}, \text{ so folgt:}$$

$$p_n = -2\omega v \sin \varphi \quad \ldots \ldots . (9)$$

Ehe wir von dieser in der Mechanik sehr bekannten Gleichung weiteren Gebrauch machen, untersuchen wir noch den von Herrn Bassel zum Zielpunkt seiner Behandlung gemachten Wert:

$$\frac{\text{West—Ost - Bewegung}}{\text{Flußweg in der Stunde}} = \operatorname{tg} \alpha$$

Mit unseren Bezeichnungen müssen wir sinngemäß schreiben:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{dx}{dy} = \frac{dudt}{vdt} = \frac{du}{v}$$

Da $du = -R\omega \sin\varphi \, d\varphi$, so ist auch:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{R\omega \sin \varphi \, d\varphi}{v} \quad \ldots \ldots . (10)$$

D. h.: die relative Rechtsabweichung ist bei gegebener geographischer Breite und — Breitenänderung umgekehrt proportional der meridionalen Geschwindigkeit.

Ersetzt man in (10), gemäß (3) v durch $\frac{Rd\varphi}{dt}$, so erhält man:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\omega \sin \varphi \, dt \quad \ldots \ldots . (11)$$

D. h.: die relative Rechtsabweichung ist bei gleicher Breite und gleicher Zeitänderung vollkommen (nicht nur annähernd) unabhängig von der Größe der meridionalen Geschwindigkeit.

Was nun zunächst die geometrische Bedeutung des Winkels α anbelangt, so darf er nicht als „Ablenkungswinkel" der Stromlinien, wie Herr Bassel meint, aufgefaßt werden. Seiner Ableitung nach ist α nämlich der Winkel der Sehne der relativen Bahnkurve; der Winkel der Kurventangente wäre näherungsweise doppelt so groß. Damit würde man zu noch mehr auffällig großen Werten dieses Winkels kommen, unter dem, wie Herr Bassel schreibt, „das Wasser das Ufer anfällt". Gleichung 11 zeigt, wo der Gedankenfehler steckt: nämlich in der willkürlichen Wahl des Zeitintervalls dt (bei Herrn Bassel eine Stunde!)

In der Zwangsbahn des Flußbettes hat das Wasser gar nicht „die Zeit", um die Relativbahn der freien Bewegung zu beschreiben, weil sofort die Reaktion eintritt. Wir müssen so den Winkelwert α an sich als Beurteilungsmaßstab verwerfen und unmittelbar die aus der Querbeschleunigung gemäß (9) $p_n = -2\omega v \sin\varphi$ sich ergebenden Kräftewirkungen ins Auge fassen.

Das unmittelbare Ergebnis dieser Kräftewirkungen wäre bei durchweg gleicher Geschwindigkeit aller Wasserteilchen eine Schrägstellung des Wasserspiegels im Querschnitt gemäß Abbildung 4, wobei die Neigung:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{p_n}{g} = -2 \frac{\omega}{g} v \sin \varphi = -0{,}0000149 \, v \sin \varphi \quad . (12)$$

Tatsächlich werden bei verschiedener Geschwindigkeit der Wasserteilchen die schneller fließenden oberflächlichen und mittleren Stromfäden nach Gleichung 9 stärker beschleunigt und so die Vorbedingungen für eine einheitliche Schraubenbewegung des Wassers gegeben, wie sie bekanntlich auch in[3]) Stromkrümmen eintritt. Die ständige Zufuhr schneller fließender Wasserteilchen nach dem einen Ufer versetzt dieses dort in stärkerem Grade als das gegenüberliegende Ufer in Abbruch.

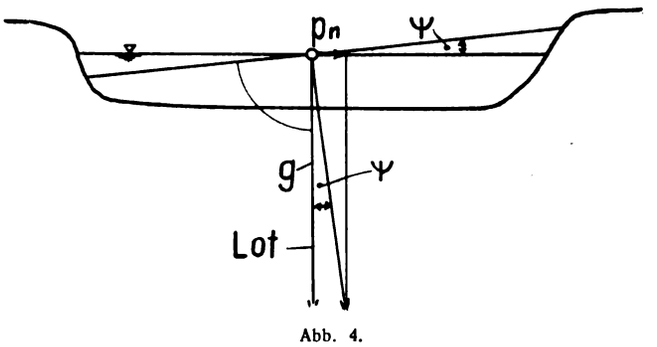


Abb. 4.

Diese Verwandtschaft des Einflusses der Erddrehung mit den Vorgängen in Stromkrümmen führt auf einen anschaulichen Vergleichsmaßstab, wenn die Frage folgendermaßen gestellt wird:

Welchen „virtuellen Radius" ϱ müßte eine auf nicht rotierender Erde gedachte Flußkrümme haben, damit die in ihr auftretende Zentrifugalbeschleunigung p_c gleich obigem p_n (in rotierender Meridianbahn) würde?

Da allgemein in ruhender Kreisbahn

$$p_c = \frac{v^2}{\varrho}, \text{ so ergibt die Gleichsetzung}$$

$$p_c = p_n:$$

$$\varrho = -\frac{v}{2\omega \sin \varphi} = -\frac{v}{\sin \varphi} \cdot 6875 \ldots . (13)$$

$$\text{oder wegen } \omega = \frac{u_0}{R} \text{ auch:}$$

$$\varrho = -\frac{v}{u_0} \cdot \frac{1}{2 \sin \varphi} \cdot R \quad \ldots . (14)$$

(ϱ ist, wie leicht einzusehen, auch der Krümmungsradius der Relativbahn eines frei beweglichen Massenpunktes.)

Ausrechnung für einige Werte von v und φ ergibt folgende Tafel der Werte ϱ (in m):

φ =	0°	30°	60°	90°
v = 0,5 m sec^{-1}	∞	6 875	5 950	3 438
1,0	∞	13 750	11 900	6 875
1,5	∞	20 625	17 850	10 313

Aus der, verglichen mit den wirklichen Krümmungen der Flußläufe, bedeutenden Größe der virtuellen Krümmungsradien geht hervor, daß der durch die Erddrehung bedingte Uferangriff der Flüsse vergleichsweise klein ist, wenn auch sein Vorhandensein nicht zu bestreiten ist. Es muß also wohl dabei bleiben, was wiederholt in der Literatur festgestellt wurde[4]), daß oft viel stärkere lokale Einflüsse ihn überdecken und aufheben können. Als solche lokale Einflüsse kommen in Frage: orographische und geologische Wechsel im Bau der Flußufer, Einmündung von Seitenflüssen, vorherrschende Windrichtungen

[3]) Vgl. Engels, Handbuch des Wasserbaus, Bd. 1, S. 322.
[4]) Vgl. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Teil III, Bd. 1, Gewässerkunde S. 217 (5. Auflage).

Digitized by Google

(die bekanntlich wegen größerer Geschwindigkeiten und freier Beweglichkeit der Luftmassen viel mehr dem Einfluß der Achsendrehung unterliegen und ihn somit allerdings indirekt übermitteln können!).

Zum Schluß sei darauf aufmerksam gemacht, daß die Querbeschleunigung p_n (Gleichung 9) nicht nur bei rein meridionaler, sondern bei jeder beliebig gerichteten Bewegung auf der Erde in gleicher nur von der Geschwindigkeit v und der geographischen Breite abhängiger Größe auftritt.[5]) (W. 740.)

[5]) Vgl. Exner a. a. O., S. 28 ff.

Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

Von Dr.-Ing. Rudolf Tillmann, Wien.

(Fortsetzung aus Heft 17, S. 212.)

Der Unterschied zwischen alten und neuen Rohren derselben Gattung findet in der „Verrauhung" $\varrho = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$ seinen Ausdruck, wobei λ_0 für das neue Rohr gilt und $\Delta\lambda$ die Abnahme der Glättezahl bis zur größten Rauhigkeit bedeutet, die nach einer Reihe von Jahren erreicht sein wird. Die Länge dieser Zeit hängt von der Beschaffenheit des Betriebswassers ab und soll im folgenden durchaus mit 20 Jahren angenommen werden. Die Abnahme von λ kann man sich linear nach der Zeit vorstellen. Das Verrauhungsmaß kann teilweise nach Tabelle 2 beurteilt, andernfalls muß es eingeschätzt werden. Nach den vorangehenden Ueberlegungen ist aus den Tabellen 1 und 2 die Zusammenstellung 3 gemacht worden, welche die Glättezahlen und Verrauhungsmaße enthält, deren Anwendung Verfasser für die Berechnung eiserner Turbinenfallleitungen empfiehlt. Die λ_0-Werte sind sicher nicht zu groß gewählt und ihre negative Abweichung von den wirklichen Größen kann 10 bis höchstens etwa 15% betragen.

Genietete Leitungen können durch Versenken der inneren Nietköpfe und durch Anordnung der Rohrschüsse derart, daß diese dem strömenden Wasser nirgends eine Stemmkante entgegenstellen, nahezu ebenso glatt gemacht werden wie geschweißte. Die konische Durchmesservergrößerung entspricht dann der vierfachen Blechstärke.

Tabelle 3.

Rohrgattung		λ_0	$\varrho = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$
Stahlrohre, gezogen (Mannesmann)		120	25%
Schmiedeeisenrohre, geschweißt		100	20%
Gußeisenrohre		90	30%
Schmiedeeisen- und Stahlrohre, genietet	1 Längsnaht, Köpfe versenkt	90	15%
	Mehrere Längsnähte, Köpfe vorstehend, Überlappungen	80—60	15%

Für die folgenden Untersuchungen gelte nach Obigem λ als zeitlich veränderlich, und zwar für das $\mathfrak{T}$-te Betriebsjahr, wenn $\mathfrak{T} < 20$,

$$\lambda_{\mathfrak{T}} = \lambda_0 - \frac{\Delta\lambda}{20}(\mathfrak{T}-1) = \lambda_0\left(1 - \varrho\frac{\mathfrak{T}-1}{20}\right) \quad . (37)$$

und, wenn $\mathfrak{T} \geq 20$, $\lambda = \lambda_0 - \Delta\lambda = \lambda_0(1-\varrho) = \text{const.}$ (37')

Der Druckhöhenverlust infolge Reibung an der Rohrwand beträgt allgemein je 1 lfdm:

$$J = v^{\frac{1}{\nu}} \lambda^{-\frac{1}{\nu}} R^{-\frac{\mu}{\nu}} = \left(\pi^{-\frac{1}{\nu}} 4^{\frac{1+\mu}{\nu}}\right) \lambda^{-\frac{1}{\nu}} Q^{\frac{1}{\nu}} D^{-\frac{2+\mu}{\nu}} \quad (38),$$

worin Q die jeweilige das Rohr durchströmende Betriebswassermenge (m³/sec) bedeutet. Die Eintritts- und Krümmerverluste können gegenüber den Wandreibungsverlusten vernachlässigt werden. Mit $\mu = 0{,}7$, $\nu = 0{,}5$ wird der letzte Ausdruck zu:

$$J = \left(\frac{4^{3,4}}{\pi^2}\right)\frac{1}{\lambda^2}\frac{Q^2}{D^{5,4}} = 11{,}30\frac{Q^2}{\lambda^2 D^{5,4}} \quad . . (38')$$

Die entsprechende Einbuße an elektrischer Leistung beträgt je 1 lfdm:

$$\Delta N = \frac{1000\, Q_T\, J}{75}\cdot\eta_T\cdot 0{,}736\cdot\eta_g\,\eta_{\ddot{u}} = 9{,}82\,\eta_s\, Q_T\, J \quad . . (39)$$

in Kilowatt (KW) am Verbrauchsort. Dabei bedeuten:

Q_T = Aufschlagwassermenge der Turbinen (m³/sec),
η_T = Wirkungsgrad der Turbinen,
η_g = Wirkungsgrad der Generatoren,
$\eta_{\ddot{u}}$ = Wirkungsgrad der Kraftübertragung,
$\eta_s = \eta_T\,\eta_g\,\eta_{\ddot{u}}$ = Gesamtwirkungsgrad.

Die jährlich durch Rohrreibung verlorene elektrische Arbeit am Verbrauchsort ist somit für die Längeneinheit eines Druckleitungsstranges durch folgenden Ausdruck gegeben:

$$\Delta\mathfrak{N} = 9{,}82\int_0^{8760}\eta_s\, Q_T\, J\, dt = \frac{9{,}82\cdot 11{,}30}{\lambda^2 D^{5,4}}\int_0^{8760}\eta_s\, Q^2\, Q_T\, dt =$$

$$= 972\,000\,\frac{(\eta_s\, Q^2\, Q_T)_m}{\lambda^2 D^{5,4}} \quad . . . . . (40)$$

in Kilowattstunden (kWh), worin der Zeiger m den Mittelwert des Integranden $\eta_s\, Q^2\, Q_T$, bezogen auf den Zeitbereich 8760 Stunden, andeutet.

Q, Q_T und mit diesem auch η_s hängen mit der Zeit t im Laufe eines Jahres einerseits nach der Ganglinie der Wassermengen, anderseits nach der Belastungslinie des Werkes zusammen. Für Q_T ist nur die der jeweiligen Werksbelastung entsprechende Aufschlagwassermenge einzusetzen. Gewöhnlich ist $Q = Q_T$. Nur im Falle der Anordnung von Synchronauslässen ist die jeweils verfügbare, das Rohr durchströmende Wassermenge $Q = Q_T + Q_A$, worin Q_A die durch den Nebenauslaß abgehende Menge (m³/sec) bedeutet.

Sind die durchschnittlichen Gestehungskosten für Ersatzstrom P Währungseinheiten je 1 kWh am Verbrauchsort, so folgt der Geldwert der durch Rohrreibung jährlich verlorenen Arbeit je 1 lfdm:

$$972\,000\,\frac{(\eta_s\, Q^2 Q_T)_m}{\lambda^2 D^{5,4}}\, P \text{ Währungseinheiten} \quad . (41)$$

Bis zum Ende der Betriebsdauer von T Jahren wächst dieser Kraftwertverlust unter Berücksichtigung der oben

Digitized by Google

gezeigten Veränderlichkeit von λ (s. Gleichung 37 u. 37') zu einem Wert V an, welcher nachstehend abgeleitet ist.

Der im $\mathfrak{T}$-ten Betriebsjahr anfallende Einzelbetrag ist

$$\frac{972\,000\,(\eta_s\,Q^2\,Q_T)_m}{\lambda_{\mathfrak{T}}\,D^{5,4}}\,P \quad \ldots\ldots\ldots (41).$$

Der Endwert, zu dem dieser Betrag auf p% Zinsen angelegt, am Ende des T-ten Jahres angewachsen sein müßte, ist

$$\frac{972\,000\,(\eta_s\,Q^2\,Q_T)_m}{D^{5,4}}\,P\,\frac{1}{\lambda^2_{\mathfrak{T}}}\left(1+\frac{p}{100}\right)^{T-\mathfrak{T}} \quad \ldots (42).$$

Der gesamte Endwert V wird demnach zu:

$$V = \frac{972\,000\,(\eta_s\,Q^2\,Q_T)_m}{D^{5,4}}\,P\left(1+\frac{p}{100}\right)^T \cdot \left(\sum_1^T{}_{(\mathfrak{T})}\left(1+\frac{p}{100}\right)^{-\mathfrak{T}}\lambda_{\mathfrak{T}}^{-2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (43)$$

und, wenn der letzte Summenausdruck mit A bezeichnet wird,

$$V = 972\,000\,(\eta_s\,Q^2\,Q_T)_m\,P\left(1+\frac{p}{100}\right)^T A D^{-5,4} \quad (43').$$

Der dieser nach T-Jahren erreichten Endsumme entsprechende Anfangswert beträgt:

$$V_0 = \frac{972\,000\,(\eta_s\,Q^2\,Q_T)_m\,P\left(1+\frac{p}{100}\right)^T A D^{-5,4}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^T} =$$

$$= 972\,000\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,P\,A\,D^{-5,4}\ \text{Währungseinheiten} \quad (44).$$

Die Summe aus dem weiter oben (Gl. 26) abgeleiteten Aufwand K für Rohr und Unterbau und dem zuletzt entwickelten Verlustwert V_0 infolge Rohrreibung stellt den Anfangswert des durchschnittlichen ideellen Gesamtaufwandes (Bau-, Erhaltungs- und Ersatzstromkosten) für 1 lfdm eines Druckrohrstranges einheitlicher Lichtweite dar. Nach den Gleichungen (26) und (44) ist diese Summe ausgedrückt durch:

$$K + V_0 = \left[0{,}05\,\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\frac{k_e}{\sigma}\,\varkappa + k_u\right]\varphi\,D^2 + 972\,000\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,P\,A\,D^{-5,4} \quad \ldots (45).$$

Die günstigste Rohrbemessung entspricht dem Kleinstwerte dieses Ausdruckes, gekennzeichnet durch:

$$\begin{cases} \dfrac{d\,(K+V_0)}{d\,D} = \left[0{,}1\,\pi\,\gamma_e\left(1+\dfrac{Z}{100}\right)\dfrac{k_e}{\sigma}\,\varkappa + 2\,k_u\right]\varphi\,D - \\ \quad - 5{,}2488\cdot 10^6\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,P\,A\,D^{-6,4} = 0, \\ \dfrac{d^2\,(K+V_0)}{d\,D^2} > 0 \quad \ldots\ldots (46). \end{cases}$$

Daraus folgt:

$$\left[\varkappa + \frac{20\,\sigma\,k_u}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)k_e}\right]D^{7,4} = \frac{52{,}488\cdot 10^6\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,A\,\sigma\,P}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\varphi\,k_e} = \text{const.}$$

oder mit den Bezeichnungen

$$\frac{20\,k_u\,\sigma}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)k_e} = \Delta\varkappa \quad \ldots (48) \text{ und}$$

$$\frac{52{,}488\cdot 10^6\cdot(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,A\,P\,\sigma}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\varphi\,k_e} = \mathfrak{K}_n \quad (49):$$

$$\underline{(\varkappa+\Delta\varkappa)\,D^{7,4} = \mathfrak{K}_n} \quad \ldots\ldots (47')$$

In dieser Gleichung hat nach dem Vorangehenden die Druckziffer $\varkappa$ die Bedeutung einer für jeden Teilstrang gleichen Durchmessers besonders zu bestimmenden ideellen Bemessungs-Druckhöhe in Metern. $\Delta\varkappa$ hat dieselbe Dimension und stellt diejenige zusätzliche Druckhöhe dar, deren statisch erforderliches Eisengewicht je 1 lfdm ebensoviel kosten würde wie der Rohrunterbau. Die Summe $\varkappa + \Delta\varkappa$ soll demnach sinngemäß „erweiterte Druckziffer" heißen. Der Festwert $\mathfrak{K}_n$ ist ebenfalls für jeden Teilstrang einer Leitung besonders zu berechnen, wobei jedoch außer der zulässigen Spannung σ und dem Gewichtszuschlag Z alle Faktoren für die ganze Leitung gleich sind.

Naturgemäß gelten sowohl dieser Festwert als auch Gleichung (47') nur so weit, als die Rohrwandstärke durch das statische Erfordernis bestimmt ist. Es möge daher $\mathfrak{K}_n$ als „statischer Festwert" eines Rohrstranges bezeichnet werden.

Im obersten Teile einer Falleitung ist die Rohrwand gleichmäßig nach der praktisch gegebenen Mindeststärke zu bemessen. Mit Rücksicht auf das Abrosten sollte hierfür ein Maß von 6 mm nicht unterschritten werden. Für wassergasgeschweißte Rohre ist aus technologischen Gründen $\delta_{min} = 8$ mm. Bei großen Durchmessern ist bei der Wahl der Mindestwandstärke auch auf die durch das Eigengewicht bei leerem Rohr, ferner durch den Wasserdruck bei Füllung bis zum Scheitel hervorgerufenen Beanspruchungen Rücksicht zu nehmen, ebenso auf Zufallsbeanspruchungen beim Transport und Zusammenbau, bei gedeckten Leitungen außerdem auf Erddruckwirkungen. Die Bemessungsgleichung für den obersten Rohrstrang gleicher Wandstärke δ_{min} ergibt sich wie folgt:

$$K_0 + V_0 = \left[\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\delta_{min}\,k_e\,D_0 + k_u D_0^2\right]\varphi + 972\,000\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,P\,A\,D_0^{-5,4} = \text{Min.} \quad \ldots (50);$$

$$\begin{cases} \dfrac{d\,(K_0+V_0)}{d\,D_0} = \left[\pi\,\gamma_e\left(1+\dfrac{Z}{100}\right)\delta_{min}\,k_e + 2\,k_u\,D_0\right]\varphi - \\ \quad - 5{,}2488\cdot 10^6\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,P\,A\,D_0^{-6,4} = 0, \\ \dfrac{d^2\,(K_0+V_0)}{d\,D_0^2} > 0 \quad \ldots\ldots (51); \end{cases}$$

$$\left[1 + \frac{2\,k_u}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\delta_{min}\,k_e}\,D_0\right]D_0^{6,4} = \frac{5{,}2488\cdot 10^6\,(\eta_s\,Q^2 Q_T)_m\,A\,P}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\delta_{min}\,\varphi\,k_e} = \mathfrak{K}_0 \quad \ldots (51').$$

Wird das zweite Glied in der eckigen Klammer der linken Seite von Gleichung (51') mit χD_0 bezeichnet, so gilt:

$$\underline{(1+\chi D_0)\,D_0^{6,4} = \mathfrak{K}_0} \quad \ldots\ldots (52).$$

In erster Annäherung kann $k_u = 0$ gesetzt werden, was zu

$$D_0'^{6,4} = \mathfrak{K}_0 \quad \ldots\ldots (53)$$

führt, woraus sofort der erste Näherungswert D_0' folgt. Mit diesem kann χD_0 berechnet werden, mit dessen Hilfe sich eine Näherungsform von Gl. (52), und zwar

$$(1+\chi D_0')\,D_0''^{6,4} = \mathfrak{K}_0 \quad \ldots\ldots (52')$$

ergibt. Diese liefert den verbesserten Wert D_0'' usw. Meist ist das Ergebnis der 3. Proberechnung praktisch genau genug.

Der oberste Druckleitungsstrang kann mit dem solcherart ermittelten lichten Durchmesser D_0 naturgemäß nur bis

Digitized by Google

zu der Stelle herabreichen, an welcher die maßgebende Druckhöhe h_k (s. oben) die Wandstärke δ_{min} statisch erfordert. Nach Gleichung (2) muß

$$h_k \quad \frac{20\,\sigma\,\delta_{min}}{D_1} \quad \ldots\ldots\ldots (54).$$

Hat der abwärts folgende nach Gleichung (47') statisch zu bemessende Teilstrang die Lichtweite D_1, so ist die Druckhöhe $h_{k,1}$ für welche bei diesem Durchmesser die Wandstärke δ_{min} gerade statisch erforderlich wird,

$$h_{k,1} = \frac{20\,\sigma\,\delta_{min}}{D_1} > h_k \quad \ldots\ldots (55).$$

Es gilt somit für:

$h \leqq h_k$: . . . . . $D = D_1$, $\delta = \delta_{min}$;

$h > h_{k_1}$: . . . . oben $D = D_1$, $\delta > \delta_{min}$;

$h_{k,1} > h_i > h_k$: . . $D_1 > D_i > D_1$, $\delta_i = \delta_{min}$, so zwar, daß an allen Stellen dieses Bereiches die Beziehung

$$h_i\,D_i \leqq 20\,\sigma\,\delta_{min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (56)$$

erfüllt ist.

Für die praktische Auswertung der im Voranstehenden abgeleiteten Beziehungen sind die folgenden Ausführungen beachtenswert.

Nachdem die Längen L der Rohrstränge bzw. Strangteile gleicher Lichtweite nach den eingangs gegebenen Gesichtspunkten gewählt sind und die Länge l der Einzelrohre angenommen ist, kann für jeden solchen Teilstrang die Größe $n = \frac{L}{l}$ bestimmt werden. Sodann ist die verhältnismäßige Drucksteigerung gegenüber dem Ruhedruck infolge von Abschlußvorgängen vor den Turbinen entsprechend dem besonderen Falle schätzungsweise anzunehmen. Damit sind nach Abb. 1 die für die Rohrbemessung maßgebenden Druckhöhen h_u und h_o für jeden Teilstrang gegeben und können aus ihnen und den n-Werten nach Gleichung (19) die Druckziffern $\varkappa$ berechnet werden. Nach schätzungsweiser Annahme des voraussichtlich zutreffenden mittleren Leitungsdurchmessers D_m und Feststellung der zugehörigen Abmessungen des Unterbaues und dessen Kosten nach Gleichung (21) kann der Wert k_u zufolge Gleichung (22) gefunden werden. Dabei sind im allgemeinen zwei Paralleluntersuchungen, und zwar für offene und gedeckte Verlegung durchzuführen. Der Eisenpreis k_e einschließlich Transport, Montage und Nebenauslagen muß vorerst eingeschätzt werden. Der Wert des Ersatzstromes für die verlorene Reibungsenergie, entsprechend P Währungseinheiten am Verbrauchsort, ist gleich entweder den Gestehungskosten des Stromes aus einer Wärmekraftanlage oder dem Strompreis aus einem fremden Wasserkraftwerk, ebenfalls für den Verbrauchsort gerechnet. Aus der Jahresganglinie der Wassermengen und der auf Betriebswassermengen umgerechneten Werksbelastung kann die Jahresganglinie der jeweiligen Rohrdurchflußmenge Q sowie der Aufschlagwassermenge Q_T und daraus durch Erweiterung die Ganglinie der $\eta_S Q^2 Q_T$-Werte gefunden werden. Der Jahresmittelwert $(\eta_S Q^2 Q_T)_m$ der letzteren ergibt sich auf planimetrischem Wege. Aus der in Aussicht genommenen Eisengattung folgt das spezifische Gewicht γ_e. Die gewählte Rohrverbindungsart führt nach einer weiter oben angegebenen Zusammenstellung zum verhältnismäßigen Gewichtszuschlag Z. Die für die einfache Rohrbemessung nach Gleichung (2) maßgebende zulässige Ringspannung σ wird am besten zunächst nur unter schätzungsweiser Berücksichtigung der achsialen Druckspannungen mit einem für die ganze Leitung gleichen Wert, w σ'' (s. Gl. 6), in Rechnung gestellt, wobei $w<1$ ein Schätzungswert ist.

Der Koeffizient $\Lambda = \sum_1^T(\mathfrak{T}) \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{-\mathfrak{T}} \lambda_{\mathfrak{T}}^{-2}$ nimmt mit

$$\left.\begin{aligned} \lambda_{\mathfrak{T}} < 20 &= \lambda_1 \left(1 - \varrho \frac{\mathfrak{T}-1}{20}\right) \text{ bzw.} \\ \lambda_{\mathfrak{T}} \geqq 20 &= \lambda_1 (1-\varrho) \end{aligned}\right\} \text{(s. Gl. 37 u. 37')}$$

die Form an:

$$\Lambda = \lambda_1^{-2}\left[\sum_1^{20}(\mathfrak{T})\left(1+\frac{p}{100}\right)^{-\mathfrak{T}}\left(1-\varrho\frac{\mathfrak{T}-1}{20}\right)^{-2} + (1-\varrho)^{-2}\cdot\right)$$

$$\left(\cdot \sum_{20}^{T}(\mathfrak{T})\left(1+\frac{p}{100}\right)^{-\mathfrak{T}}\right] = \lambda_1^{-2}(1-\varrho)^{-2}\cdot)$$

$$\left(\cdot\left[(1-\varrho)^2 \sum_1^{20}(\mathfrak{T})\left(1+\frac{p}{100}\right)^{-\mathfrak{T}}\left(1-\varrho\frac{\mathfrak{T}-1}{20}\right)^{-2} + \sum_{20}^{T}(\mathfrak{T})\left(+1\frac{p}{100}\right)^{-\mathfrak{T}}\right] =\right.$$

$$= \frac{S\,\mu}{\lambda_1^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (57),$$

wenn der Ausdruck in eckiger Klammer mit $S = A + B$ und $(1-\varrho)$ mit u bezeichnet wird. Aus Abb. 2 sind die Funktionen S und u mit den Argumenten: Zinsfuß p, Verrauhung ϱ und Betriebsdauer T zu entnehmen.

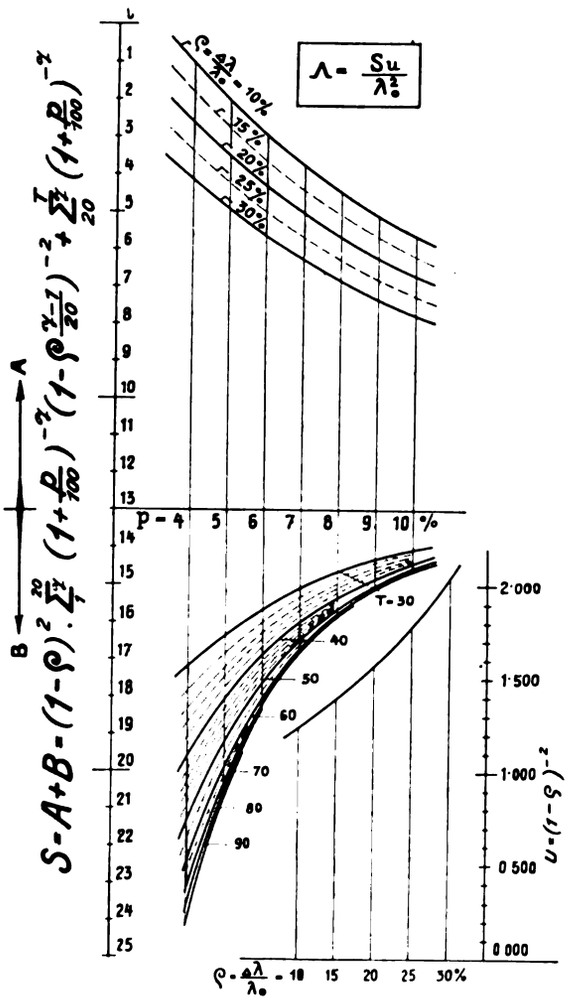


Abb 2. Schaubilder zur Bestimmung von Λ aus S und u mit den Argumenten p, ϱ und T.

Digitized by Google

u ist durch ϱ allein bestimmt, S kann als Summe aus A und B auf der Ordinaten-Linie durch p zwischen den jeweils zutreffenden Linien für T und ϱ mit dem Maßstab oder Zirkel abgegriffen und auf der links verzeichneten S-Leiter seinem Zahlwert nach abgelesen werden. Die Glättezahl λ_0 und die Verrauhung ϱ sind nach Tabelle 3 wählbar.

(W. 555.) (Fortsetzung folgt.)

Rundschau

Wasserbau

Anzapfung des Mystic Lake mit einem Stollen unterhalb des Wasserspiegels.

Bei dem Bau der vor kurzem vollendeten Mystic Lake Wasserkraftanlage der Montana Power Co. mußte der See 13 m unterhalb des Wasserspiegels angezapft werden.

Um das Wasser zu dem zwei Freistrahlturbinen mit je 7500 PS bei 310 m Gefälle enthaltenden Krafthaus zu leiten, ist als Anschluß an den See ein 300 m langer Tunnel mit 1.84×2,14 m² Querschnitt durch den Berg getrieben. Die Wahl des kleinen Querschnittes ist bedingt durch die außergewöhnliche Härte des Gesteins welche so groß war, daß 4,8 kg 80prozentiger Dynamit pro cbm nötig waren. Die Arbeit erfolgte in zwei 8 Stunden-Schichten und schritt um 1,8 m pro Schicht auf den ersten 284 m der Tunnellänge vor. Hier stieß man auf einen senkrechten sehr feuchten Flötz und ca. 0,42 cbm/sec stürzten in den Tunnel. Man entschloß sich daher, von einem 20 m zurückliegenden Punkt aus einen Versuchsstollen mit 0,92×2,14 m² Querschnitt abzuzweigen und diesen in einem Abstand von 7 m parallel zum ersten vorzutreiben. Dieser Stollen wurde bis zum See ohne Wasserschwierigkeiten vorgetrieben und dann auf 1,84 m verbreitert. In der Zwischenzeit hatte der Wasserdruck in dem feuchten Flötz nachgelassen und man konnte am alten Stollen weiter arbeiten. Für die Schlußsprengung wurden 2½ t 90prozentigen Dynamits eingebracht, außerdem am Seeufer 5 Bohrlöcher mit 125 mm Durchmesser gebohrt und mit je 136 kg geladen. Damit war es möglich, 530 cbm Gestein zu sprengen. Obwohl sich die Sprengstücke teilweise vor den Eingang legten, wurde doch die Absenkung des Wasserspiegels erreicht und die restlichen Arbeiten konnten trocken vorgenommen werden. Nach ihrer Beendigung wurde der Speichersee wieder aufgestaut. Die Kosten der Sprengarbeiten und der dazu nötigen Vorbereitungen betrugen $ 50 000. (W. 806.)

Engineering News-Record 1926, Seite 642, Heft 16 vom 22. 4.

Schilhansl.

Wasserstrassen

Der Mittelland-Kanal. Der Mittelland-Kanal kann in seinem heutigen Ausbau nur als Stückwerk gelten. Zwar ist für Hannover die Verbindung nach dem Westen zur Weser und Ems geschaffen. Aber der große Durchgangsverkehr, die Verbindung des Westens mit der Elbe und weiterhin mit Berlin, die der Grundgedanke bei der Planung des Kanals war, ist noch nicht erreicht. Die Nöte der Kriegs- und Nachkriegszeit haben die Fertigstellung des Kanals verzögert bzw. unmöglich gemacht. Zurzeit endet der bei Minden die Weser kreuzende und Hannover berührende Kanal bei Peine.

Die Strecke Hannover—Peine wurde 1919 begonnen und geht mit der Fertigstellung der Schleuse Anderten ihrer Vollendung entgegen. Ein Zweigkanal von Hannover nach Hildesheim ist im Bau. Zurzeit werden die Schleusenanlagen bei Bolzow in Angriff genommen. Die Weiterführung der Bauten von Hannover aus geschah zunächst als Notstandsarbeiten mit Hilfe von Mitteln der produktiven Erwerbslosenfürsorge. Etwa 50 Millionen Mark an Baukosten sind bisher dafür aufgewendet worden.

Die weitere Strecke soll von Peine über Braunschweig südlich von Neuhaldensleben geführt werden und die Elbe nördlich von Magdeburg erreichen. Ueber den Ihle-Plauer-Kanal ist die Verbindung nach Berlin gesichert. Ein Anschluß nach Süden zur Verbindung des Hauptkanals mit dem mitteldeutschen Wirtschaftsgebiete ist durch Vertiefung der Elbe und Kanalisierung der Saale, die zurzeit für kleinere Schiffe befahrbar ist, geplant. Ein bei Kreypau abgehender Stichkanal schafft die Möglichkeit, Leipzig zu erreichen, eine weitere Abzweigung geht nach Westen in Richtung Leopoldshall—Straßfurt.

Die Ausführung des Kanals hängt von der Beschaffung der nötigen Baugelder ab. Diese Frage bereitet heute außerordentliche Schwierigkeiten. Man glaubt noch etwa 500 Millionen Mark zu benötigen. Der Ausbau des südlichen Teils würde davon etwa 200 Millionen Mark beanspruchen. Da die Aufbringung der Gelder so außerordentlich schwer ist, gedenkt die Regierung, zunächst einmal die Hauptlinie Hannover—Magdeburg—Berlin zu bauen und von dem Südflügel nur die Vorarbeiten zu fördern. Diese Absicht hat, wie erklärlich, den Protest der an der Erschließung des mitteldeutschen Wirtschaftsgebietes lebhaft interessierten Bewohner der Saale-Gegend hervorgerufen. Sie glauben nicht sich einverstanden erklären zu können, daß der Ausbau des südlichen Teils erst in fünf Jahren begonnen wird. Im Interesse der Durchführung des Gedankens, eine Querverbindung zu schaffen, wird man wohl oder übel den südlichen Teil des Mittelland-Kanals trotz der an und für sich berechtigten Wünsche der Bewohner dieser Gegend zurückstellen müssen. Schon die Finanzfrage gebietet dieses, da die Verzinsung des in den Kanalbau gesteckten Kapitals, erst im vollen Umfang möglich ist, wenn der rege Schiffahrtverkehr einsetzt, der mit Bestimmtheit zu erwarten ist, sobald der Kanal eine durchgehende Verbindung der Wasserstraßen von Ost nach West schafft, und nicht hinter Hannover als Sackgasse endet.

Zunächst aber gilt es, erst einmal die Kosten für den Weiterbau ab Peine zur Elbe aufzubringen. Die schlechte Finanzlage des Reiches ermöglicht nicht die Bereitstellung der für den Bau erforderlichen Beträge durch den Haushalt. Vor zwei Jahren glaubte man, die Industrie zur Beitragsleistung heranziehen zu können. Inzwischen ist man von diesem Gedanken abgekommen. Nunmehr soll eine Gesellschaft, die aus Reich und den beteiligten Ländern besteht, die Weiterführung des Kanals übernehmen. Der Finanzierungsplan sieht vor, daß das

Digitized by Google

Reich zwei Drittel und die Kanalbauländer ein Drittel des Aktienkapitals tragen, wobei das auf die Kanalbauländer entfallende Drittel nach dem Interessenmaß prozentual verteilt wird. Preußen beteiligt sich mit 80 Prozent, Sachsen mit 11,5, Anhalt mit 2,5 Prozent, Thüringen gegebenenfalls mit 0,5 Prozent. Dieses Projekt hat Aussicht auf Zustandekommen. Das Reich plant im Anschluß hieran die Aufnahme einer Anleihe von 300 Millionen Mark, falls sie zu annehmbaren Bedingungen zu erlangen ist und Gemeinden oder Gemeindeverbände die Garantie für die Verzinsung und Tilgung der Hälfte übernehmen. Im Interesse des gesamten norddeutschen Wirtschaftsgebietes liegt es, wenn dieser Versuch der Durchführung der letzten Strecke des Kanals und damit der gesamten großzügig geplanten Anlage gelänge. Da die einzelnen beteiligten Länder in Anbetracht der großen Vorteile, welche der Weiterbau des Kanals für sie hat, stark auf die Fortführung drängen, so ist anzunehmen, daß auch die Uebernahme der Lasten entgegenkommendes Verständnis findet und der infolge des Krieges unterbrochene Kanalbau endlich beendet wird. („Zement" Nr. 23).

(W. 547) Kr.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Hydraulik.

Wasserbewegung in steilen Rinnen (Schußtennen) mit besonderer Berücksichtigung der Selbstbelüftung. Von Min.-Rat Ing. Ehrenberger. — Z. d. österr. Ing. u. Arch.-Vereins, 1926, H. 15/16, S. 155—156, H. 17/18, S. 175—179, m. 20 Abb. — (Anordnung i. d. Versuchsanstalt f. Wasserbau in Wien zu den auf Veranlassung d. Elektrisierungsamtes der österr. Bundesbahnen angestellten Versuchen zur Ermittlung einer auch für starke Sohlenneigungen gültigen Beziehung zwischen mittl. Profilgeschwindigkeit, Gefälle und hydraul. Radius. Selbstbelüftung; photogr. Ermittlung der Oberflächengeschwindigkeit durch Leuchtschwimmer und der mittl. Profilgeschwindigkeit; Zusammenstellung und Ausgleich der Messungsergebnisse; Selbstbelüftung des Strahles; Kritik der Ergebnisse an Hand der Messungen im Ruetzwerk-Leerlauf. Neue Formeln für die mittlere Profilgeschwindigkeit V in steilen Rinnen). —

Gleichungen zur Bestimmung des Druckverlustes in Wasserleitungen. Von Ing. Paul Brinkhaus, Essen. Das Gas- und Wasserfach, 1926. H. 9 u. 10. S. 165—168 u. 189—192. 2 Abb., 14 Zahlentafeln. (Ableitung der Grundgleichung für den Druckhöhenverlust. Abhängigkeit des Beiwertes c von der Wandrauhigkeit und dem Rohrdurchmesser. Kritische Betrachtungen der bisher aufgestellten Gleichungen. Schwankungen des c-Wertes.)

Hydromechanische Energie-Umwandlung. Von Reg.- u. Baurat Dr.-Ing. Winkel. — Die Bautechnik, 1926, H. 31. S. 454—455, m. 4 Abb. — (Betrachtung über die Energiebilanz bei raschen Querschnittsänderungen: Walzenbildung, Wassersprung.) —

Wasserbau.

Die Betonauskleidung der Werkkanäle. Von Dr.-Ing. S. Kurzmann. „Die Bautechnik" 1926, Heft 4, S. 45—48 und Heft 5, S. 62—64, 14 Abb. — (Eingehende Beschreibung der beim Ausbau der Mittleren Isar mit gutem Erfolg angewandten Verfahren. Angaben über Zweck der Verkleidung, Art der Ausführungen, Arbeitseinrichtungen, Wirksamkeit.)

Konstruktion und Berechnung eines größeren Staudammes. Von Dr.-Ing. Kammüller, Karlsruhe. „Der Bauing." 1926, Heft 9, S. 165—169, 8 Abbildungen. — (Angaben über einen Entwurf des Verfassers für einen 33 m hohen Staudamm zu einer Großwasserkraftanlage im südl. Schwarzwald. Eine Besonderheit des Dammes bildete der doppelwandige aus aneinandergereihten Betonzellengewölben bestehende Kern. Statische Untersuchung.)

Seilbahnen. Sonderheft der Wasserwirtschaft, Wien, 1926, (H. 6) über Seilbahnen bei Wasserkraftbauten. (Aus dem Inhalt: Die Bedeutung der Drahtseile für den wirtschaftlichen Bau von Großkraftanlagen, Der Schrägaufzug für den Bau des Großkraftwerkes Achensee, Die Drahtseilbahnen als Baubehelf bei der Elektrisierung der Arlbergbahn, Drahtseilbahn für die Kraftwerke Oberhasli A.-G. Innertkirchen.)

Erfahrungen mit eisernen Spundwänden. Von Baurat H. Uhlfelder. „Der Bauing." 1926, Nr. 1, S. 9—11. 4 Abbildungen. — (Angaben über Vorzüge der Verwendung von eisernen Spundwänden für die Herstellung von Uferbefestigungen. Eiserne Spundbohlen dienen immer mehr als bleibendes Konstruktionsmaterial bei Wasserbauten.)

Ein Absteckungsverfahren gewölbter Staumauern. Von Schwarz. — Schweiz. Technische Zeitschr., 1926, H. 14, S. 217—219, mit 3 Abbildungen. — (Beschreibung eines Absteckungsverfahrens mit Polarkoordinaten unter Vermeidung vieler Pfähle, wie beim Bau der Rochemolles-Sperre in Italien angewendet.)

Das Versuchswehr am Stevenson Creek, Ver.-St. „Génie civil" 1926. 88. Bd., Nr. 1, S. 9—11, 12 Abb. — (Angabe von Einzelheiten über das von amerikanischen Ingenieurvereinen zu errichtende Versuchswehr, zur Bestimmung zuverlässiger Berechnungsverfahren beim Bau von modernen Staudämmen.)

Calcul de la perte de charge dans les galeries sous pression (Berechnung des Druckverlustes in Druckstollen). Von Ing. Calame und Gaden. — Bull. techn. de la Suisse rom., 1926, H. 7, S. 74—80, mit 4 Zahlentafeln. — (Vergleich der gebräuchlichen Formeln und Coeffizienten von Lang, Biel, Kutter und Bazin, Forchheimer und Strickler auf Grund von Ergebnissen an ausgeführten Stollen.)

Eingegangene Bücher.

Handbuch für Eisenbetonbau. Dritte neubearbeitete Auflage, 4. Band: Wasserbau und verwandte Anwendungen. Bearbeitet von O. Lienau, E. Marquardt, F. W. O. Schulze und B. Kreßner. — 489 Seiten mit 1200 Abb. — Berlin 1926, Wilh. Ernst u. Sohn. Preis: geh. M. 36.—, geb. M. 39.—.

Jahrbuch der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde.
22. Jahrgang 1920, Heft II: Wasserstandsbeobachtungen.
23. „ 1921, „ II: „ „ .
24. „ 1922, „ II: „ „ .
25. „ 1923, „ II: „ „ .
enthaltend: Verzeichnis der Pegelbeobachtungsstellen, tägl. Wasserstandsbeobachtungen, Jahresmittel, 10jähr. Mittel (1901—1910 und 1911—1920), höchste, niedrigste und äußerste bekannte Wasserstände. — München 1926, Bezugsverlag: A. Buchholz.

Rhein-Donau-Verkehrshandbuch. Ein verkehrswirtschaftliches und wasserbautechnisches Handbuch über den Ausbau der

Digitized by Google

Rhein-Donau-Wasserstraße von der Nordsee bis zum Schwarzen Meer. Herausgegeben von Dr. J. Luebeck, unter Benutzung amtlichen Materials des Reichsverkehrsministeriums, Abt. für Wasserstraßen. 412 S. mit vielen Abbildungen und Kartenskizzen. Berlin-Halensee 1926, Deutscher Architektur- u. Industrieverlag. Preis M. 6.—.

Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasserkraftanlagen. Von Dr.-Ing. von Grunewaldt, 113 Seiten mit 27 Abbildungen und Kurventafeln und vielen Tabellen. Karlsruhe 1926. Verlag Friedrich Gutsch.

Mitteilungen des hydrologischen Instituts der Technischen Hochschule München, Heft III. Herausgegeben vom Institutsvorstand, Dr.-Ing. D. Thoma, o. Professor. 90 Seiten mit 276 Abbildungen. München 1926, Verlag R. Oldenbourg. Preis geheftet M. 6.20.

Das Kraftwerk Wäggital, populär-technische Darstellung der Anlagen. Von E. Bütikofer, Ing., 81 Seiten mit 82 Abbildungen. Solothurn 1926, Verlag Vogt-Schild. Preis Schw. Fr. 2.—.

Statens Meteorologisk Hydrografiska-Anstalt, Arsbok 7, 1925. V, Hydrografiska mätningar i Sverige. Stockholm 1926, 24 Seiten Tabellen über Niederschläge, Wassermengen und Wassertemperaturen, mit einer Karte der Meßstationen 1925, 3 Tafeln über Wasserstandsvariationen und 1 Tafel über Verdunstung.

Svenska Vattenkraftföreningens Publikationer 183. (1926, 5). Skagerns Reglering.

Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, II. Band (Maschinenteile, Kraftmaschinen, Arbeitsmaschinen, Licht, Elektrotechnik.) Herausgegeben vom akademischen Verein Hütte. 1167 S. mit 1724 Abb. 25. neubearbeitete Auflage. Berlin 1926, Verlag W. Ernst u. Sohn. Preis in Leinen geb. M. 14.70, in Leder geb. M. 17.70.

Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen. Von Prof. Dr.-Ing. A. Staus. 35 Seiten mit 15 Abb. und 4 Zahlentafeln (vgl. diese Zeitschr., Heft 16, S. 196). Berlin 1926, Verlag Jul. Springer.

Buchbesprechungen

Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft. Verbandsschrift Nr. 12 des Schweizerischen Wasserwirtschafts-Verbandes, 2. Band, 2. deutsche Ausgabe 1926; herausgegeben vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, Zürich. Preis Schw. Fr. 30,—.

Dem Schweizerischen Wasserwirtschafts-Verband muß man die Ehre lassen, hinsichtlich wertvoller Publikationen aus dem wasserwirtschaftlichem Gebiete der Länder an erster Stelle zu stehen. Das läßt auch einen Schluß zu auf die Opferwilligkeit der beteiligten Verbandsmitglieder, der Behörden und der Industrie, welche solche großzügige Verbandsarbeiten und Veröffentlichungen durch Mitarbeit und Finanzierung unterstützen.

Wir haben in dieser Zeitschrift 1925, Seite 245, bereits das vorjährige beschreibende Buch „Wasserkraftwerke der Schweiz" gewürdigt. Nicht zuletzt die Baseler Ausstellung hat den Verband veranlaßt, über jenen Rahmen weit hinausgehend, eine zweibändige Monographie der schweizerischen Wasserwirtschaft herauszugeben. Der 1. Band mit 564 Seiten Text bringt eingehende Gesamtübersichten über die wasserwirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Verhältnisse des Landes vom Verbandssekretär Dipl.-Ing. Härry, über die Niederschlagsverhältnisse der Schweiz von Dr. Maurer und über Wasserführung und Abflußmengen der schweizerischen Gewässer von Dr. Mutzner des eidgenössischen Hydrographischen Büros. Nach Tabellen über die zeitliche Entwicklung der schweizerischen Wasserkraftnutzung, im Bau befindliche und zur Ausführung vorbereitete Kraftwerke folgt als Hauptteil eine tabellarische Uebersicht mit lückenlosen Daten auch über Speicherverhältnisse, mögliche und tatsächliche Jahresarbeit u. dgl. von 281 schweizerischen Wasserkraftwerken über 200 PS mit vorwiegender Energieabgabe an Dritte sowie über 500 PS jeden Zweckes, und auf 454 Seiten kurze Beschreibungen mit allen Hauptdaten, (auch Kostenangaben) der in voriger Tabelle enthaltenen Kraftwerke mit außerordentlich reichem Abbildungsmaterial, auch bezüglich projektierter Werke. Im wahrsten Sinne ein Führer durch die gesamten Wasserkraftwerke der Schweiz. — Der 2. Band mit 427 Seiten ist mehr geschäftlicher und rechtlicher Natur: auf Tabellen der Energieproduktion, der Kapitalverhältnisse usw. der schweizerischen Kraftwerke folgt eine „wirtschaftliche Beschreibung der schweizerischen Unternehmen" von über 1 Million kWh Jahresabgabe. Ueber die geschäftlichen Einzelheiten und finanziellen Ergebnisse der letzten 5 Jahre wird von rund 100 Werken berichtet. Ein weiterer Teil umfaßt tabellarisch mit allen näheren Angaben die schwebenden Konzessionen, Projekte von mehr als 1000 PS, (88 Nachweise), zur Konzession angemeldeten Projekte (80 Nachweise) und die schweizerische Energieausfuhr; weiterhin werden die grundlegenden Bundesgesetze, Bundesverordnungen und kantonalen Bestimmungen für die Erteilung von wasserrechtlichen Konzessionen wiedergegeben. Den Schluß bildet ein Verzeichnis der wasserwirtschaftlichen Behörden und Verbände in der Schweiz und ein Nachweis über die schweizerische wasserwirtschaftliche Literatur. — Dem Werk sind zwei mehrfarbige Karten mit Erläuterungstabellen beigegeben; eine Uebersichtskarte über die schweizerischen Wasserkraft-Elektrizitätswerke und Verbindungsleitungen i. M. 1:600 000 (Band I) sowie über die vorhandenen und projektierten Wasserkraftwerke i. M. 1:1 060 000 (Band II).

Für alle gelegentlich der Baseler Ausstellung die schweizerische Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik Studierenden ist dieses Werk ein ausgezeichneter Führer und darüber hinaus neben seiner grundlegenden Bedeutung für alle damit befaßten Kreise der Schweiz selbst auch ein wertvolles Quellenmaterial für die Energiewirtschaftler der anderen Länder. (W. 820)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 12. 10. 26.

59b, 2. O. 14 632. Heinrich Ott, Kollbrunn, Zürich, Schweiz; Schaufelradpumpe. 17. 12. 24. Schweiz 18. 12. 23.

84c, 2. B. 118 093. Franz Bublitz, Königsberg i. Pr., Korinthendamm 2. Verbindungsmuffe zum Aufpfropfen von Holzpfählen. 9. 2. 25.

84c, 2. H. 92 535. Alfred Hiley, Dalegarth, Engl., u. Edward le Bas, London; Verfahren und Einrichtung zum Herstellen von Ortpfählen aus Beton. 30. 1. 23. England 17. 2. 22.

84d, 1. M. 88 351. Menck & Hambrock G. m. b. H., Altona-Ottensen. Zweitrommelwinde für die Zug- und Ausrichtseile von Eimerseilbaggern. 10. 2. 25.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 19 **München, 1. Oktober 1926** **21. Jahrgang**

Die Wasserkraftausnützung in Bayern auf der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926

Von Geheimen Rat Theodor Freytag, München.

Abb. 1. Ausstellungsraum der Obersten Baubehörde des Staatsministeriums des Innern von Bayern. (Im Vordergrund das Modell Abb. 5.)

Etwas Neues über die bayerische Wasserkraftausnützung auf der Ausstellung in Basel zu bringen, war der Grundgedanke für ihre Beschickung durch die Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern. Bereits vor fünf Jahren waren auf der ersten derartigen, für alle weiteren bahnbrechenden, Ausstellung für Wasserstraßen und Energiewirtschaft in München im Sommer 1921 die damals in Ausführung befindlichen staatlichen Wasserkraftanlagen, die weiterhin in Aussicht genommenen Entwürfe sowie die technischen Grundlagen für neuzeitliche Wasserkraftwirtschaft unter Anpassung an die stetige Vermehrung des Kraftbedarfs in umfassender, allgemeinverständlicher Weise zur Darstellung gebracht worden. Bayern hatte sich nach dem Kriege unter den Ländern Deutschlands und sonstigen von der Natur mit reichlichen Wasserkräften bedachten Nachbarstaaten auf dem Gebiete der Wasserkraftausnützung eine gewisse Vorzugsstellung erworben; es mußte somit auf der Ausstellung in Basel zeigen, daß es seitdem stets bestrebt war, diese Stellung trotz des bisher Geschaffenen und Erreichten auch weiterhin zu behaupten und der

Digitized by Google

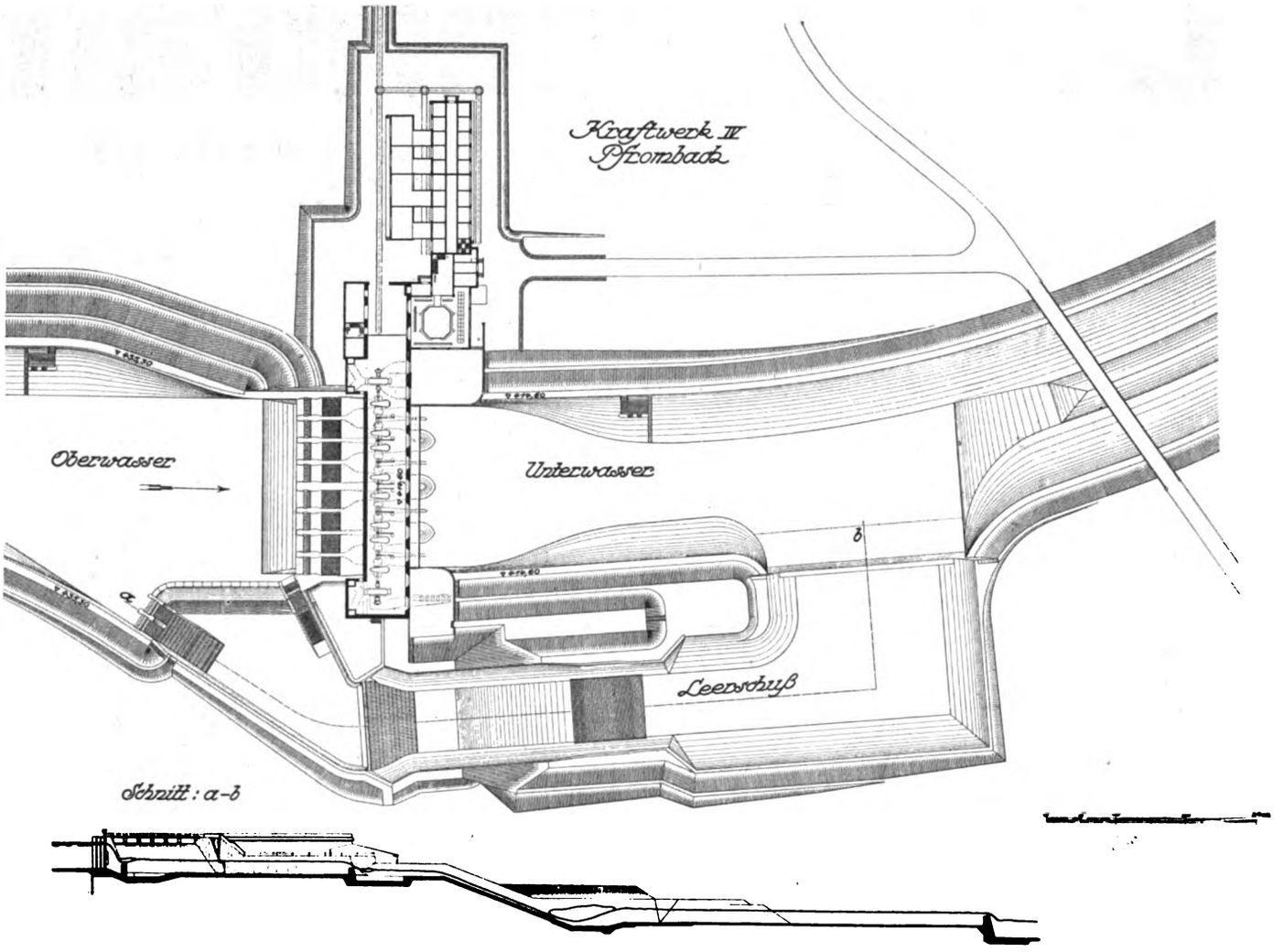


Abb. 2. Kraftwerk IV (Pfrombach) der Mittleren Isar. Grundriß und Leerlauf — Längsschnitt.

fortschreitenden Entwicklung der Technik entsprechend weitschauende Wasserkraftwirtschaft zu treiben. Wer die Baseler Ausstellung besucht hat, mag selbst entscheiden, ob das von der Wasserkraftabteilung gesteckte Ziel erreicht wurde; diejenigen, die keine Gelegenheit hierzu hatten, sollen durch nachstehende Ausführungen ein annäherndes Bild bekommen über die in kleinen Räumen dargebotene bayerische Schau.

Die Ausstellung des bayerischen Staatsministeriums des Innern gliedert sich in drei Teile, deren einer die allgemeine Wasserkraftwirtschaft enthält; ein weiterer zeigt die neu geplanten Großkraftwerke am Lech und an der Ammer und der letzte Teil die Erweiterungsanlagen der staatlichen Kraftwerke Walchenseewerk und Mittlere Isar für die Landeselektrizitätsversorgung und den elektrischen Bahnbetrieb in Bayern sowie die bisherigen Betriebserfahrungen des Bayernwerks. Die ausgeführten Anlagen im letztgenannten Abteil sind in Uebersichtslage- und Höhenplänen und sehr anschaulichen vergrößerten Flugaufnahmen der Kraftwerke ersichtlich gemacht, dagegen ist der II. Ausbau des Walchenseewerks, die sogenannte Obernachstufe, welche das durch das Obernachtal zum Walchensee übergeleitete Isarwasser in einem 4 km langen Stollen bis zu einer in der südlichen Bucht des Walchensees bei Einsiedel vorgesehenen Kraftanlage weiterleitet und daselbst in einer Stufe von 60 m Gefälle mit einer Ausbauleitung von 13000 PS ausnützt, in Einzelplänen dargestellt. Besonderes Interesse bietet hierbei die in den Plänen der Obernachstufe aufgenommene Meß- und Versuchsstrecke für das neu gegründete Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee,[1]) welches zur Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in ähnlicher Beziehung steht wie andere derartige Institute und erst vor kurzem seine Tätigkeit unter Leitung des Herrn Dr.-Ing. Kürschner aufgenommen hat. Wenn man bedenkt, daß dieses Forschungsinstitut die Aufgabe hat, die an anderer Stelle der Ausstellung gezeigten hydraulischen Arbeiten der bestehenden Modellversuchsanstalten der deutschen Hochschulen im großen zu ergänzen und zu überprüfen und sie, statt bisher nur im Laboratorium, künftig auch in der freien Natur durchzuführen, so wird man die Bedeutung dieser neuesten Schöpfung des unentwegten Förderers der Wasserkraftausnützung in Bayern, Herrn Dr.-Ing. Oskar von Miller, wohl beurteilen können.

Von den Anlagen der Mittleren Isar, die in vier Kraftwerken mit 84 m Gefälle eine Wassermenge bis zu 132 m³/sec ausnützt, sind bisher nur drei Stufen als erster Ausbau vollendet

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1925, H. 14, S. 239.

Digitized by Google

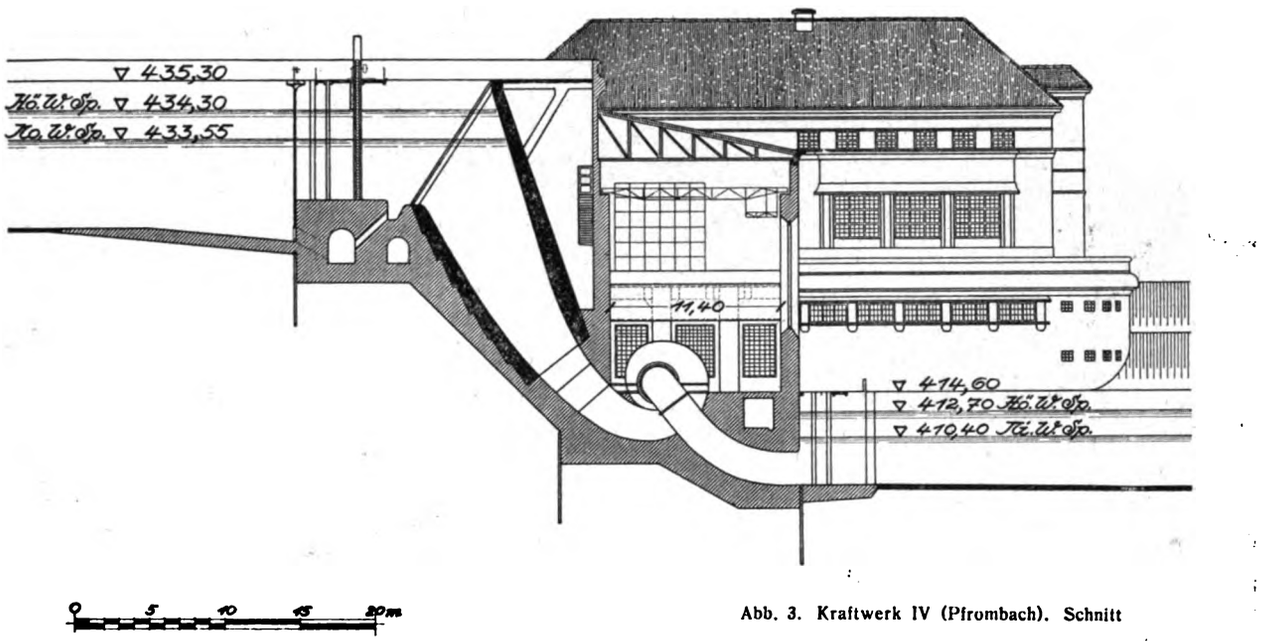


Abb. 3. Kraftwerk IV (Pfrombach). Schnitt

und in Betrieb genommen. In den ausgestellten Plänen ist der zweite Ausbau, bestehend aus der Kraftstufe Pfrombach mit 21,1 m Nutzgefälle, dann in einem Speicherweiher oberhalb der ersten Kraftstufe Finsing von 7 km Länge und 1 km Breite mit einem Fassungsraum von 34,7 Mill. cbm, einem Ausgleichweiher unmittelbar oberhalb des Uppenbornwerkes der Stadt München mit 3 Mill. cbm Inhalt zu ersehen. Die Pläne des Speicherweihers enthalten gleichzeitig den Abfanggraben zur Erschließung des Grundwassers in den auf Flinzuntergrund ruhenden 9—11 m mächtigen Kiesschichten südlich des Kraftwerks Finsing sowie der Fischteichanlagen zur biologischen Reinigung der im ersten Ausbau zum Werkkanal übergeleiteten Abwässer der Stadt München.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen das Kraftwerk Pfrombach nach einem früheren Entwurf. Es kommen acht Turbinen auf gemeinsamer horizontaler Welle mit einer Gesamtleistung von etwa 22 000 kW entsprechend 33 000 PS und einer Drehzahl von 250 Umdr. in der Minute zur Aufstellung für 21 bis 23 m Gefälle und 132 m³/sec Höchstwassermenge. Die Leistung wird teils in Form von Drehstrom über die bestehende 60 kV-Leitung an das Bayernwerk, teils in Form von Einphasenstrom an die 100 kV-Leitung der Reichsbahn abgegeben. Zu diesem Zweck waren zunächst zwei Generatoren an den beiden Enden der durchgehenden Turbinenwelle vorgesehen, und zwar ein Einphasengenerator von etwa 20 000 kVA und ein Drehstromgenerator von 25 000 kVA. Zwischen je zwei der Turbinen befinden sich Kupplungen. Irgendeine dieser Kupplungen ist im Betrieb jeweils geöffnet, so daß die beiden Generatoren unabhängig von Frequenzverschiedenheiten der Netze beliebige Teile der dargebotnen Energie verarbeiten können. In der Zwischenzeit hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, neben dem Einphasengenerator auf der Abstellraumseite einen kompensierten asynchronen Drehstromgenerator vorzusehen, wie diese in den letzten Jahren durch die elektrotechnische Industrie entwickelt wurden. Hierdurch läßt sich eine bessere Anpassung an den wechselnden Energiebedarf der beiden Netze und ein gegenseitiger Energieaustausch aus dem einen ins andere ermöglichen.

In weiteren Plänen ist sodann das bisherige Ergebnis der Betriebsführung der drei hintereinander liegenden Kraftwerke der Mittleren Isar (Tandemanlage) unter Benützung des Werkkanals zur Speicherung dargestellt und damit der Beweis erbracht, daß sich bereits aus dem jetzigen ersten Ausbau ohne Speicher- und Ausgleichweiher ganz ansehnliche Spitzenleistungen herauswirtschaften lassen.

Wie die Deckung des Energiebedarfes des Bayernwerkes durch das Walchenseewerk und die Mittlere Isar vor sich geht und die beiden Kraftwerke, Hoch- und Niederdruckwerk, nach einem bestimmten Fahrplan zusammenarbeiten, ist einigen ausgestellten Plänen des Bayernwerks zu entnehmen, das auch sonstige interessante Einzelheiten in Lichtbildern bringt. Schließlich ist in einem Plan auch noch dargestellt, daß die Energieerzeugung für die allgemeine Elektrizitätsversorgung Süddeutschlands in den Jahren 1920 bis 1925 sich außerordentlich günstig entwickelt hat und daß insbesondere der Mehrverbrauch aus Wasserkräften gedeckt werden kann.

Zeigte der vorbeschriebene Abteil der bayerischen Schau die Erweiterungspläne der staatlichen Großanlagen und die Ergebnisse der bisherigen Betriebsführung, so sind in dem zweiten mittleren Teil zwei neu geplante staatliche Großkraftwerke am Lech und an der Ammer in ihren wichtigsten Plänen und Schaubildern zur Darstellung gebracht.

Der Gedanke, in der Durchbruchstrecke des Lech durch die Molasse bei Roßhaupten eine Talsperre zu errichten und den Lech zur Gewinnung von Wasserkräften aufzustauen, wurde bereits im Jahre 1908 von der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung ernstlich in Erwägung gezogen und näher untersucht, mit Rücksicht aber auf die verschiedenen Bedenken, insbesondere wegen Störung der Geschiebeführung, Ueberstauung einiger Siedlungen, Hebung des Grundwasserstands im angrenzenden Gelände nicht weiter verfolgt. Die Fortschritte des Wasserkraftausbaues in den letzten 20 Jahren, die inzwischen gemachten Erfahrungen veranlaßten die Wasserkraftabteilung, die Idee wieder aufzunehmen und mit der Wasserkraftausnutzung nicht nur die Niederwasseraufbesserung, sondern auch gleichzeitig die Verringerung der Hochwassergefahr für die am Lech und Donau-

Digitized by Google

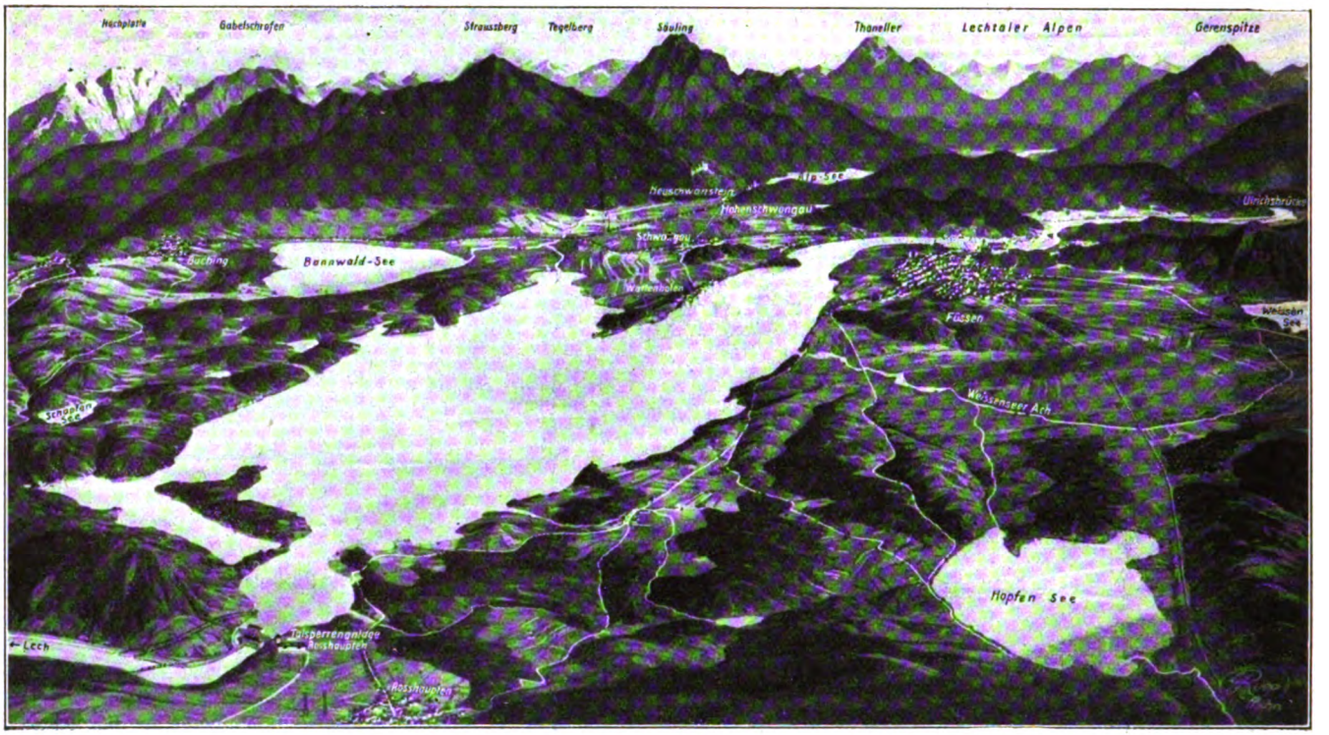


Abb. 4. Uebersicht über die geplante Talsperren-Anlage am Lech bei Roßhaupten.

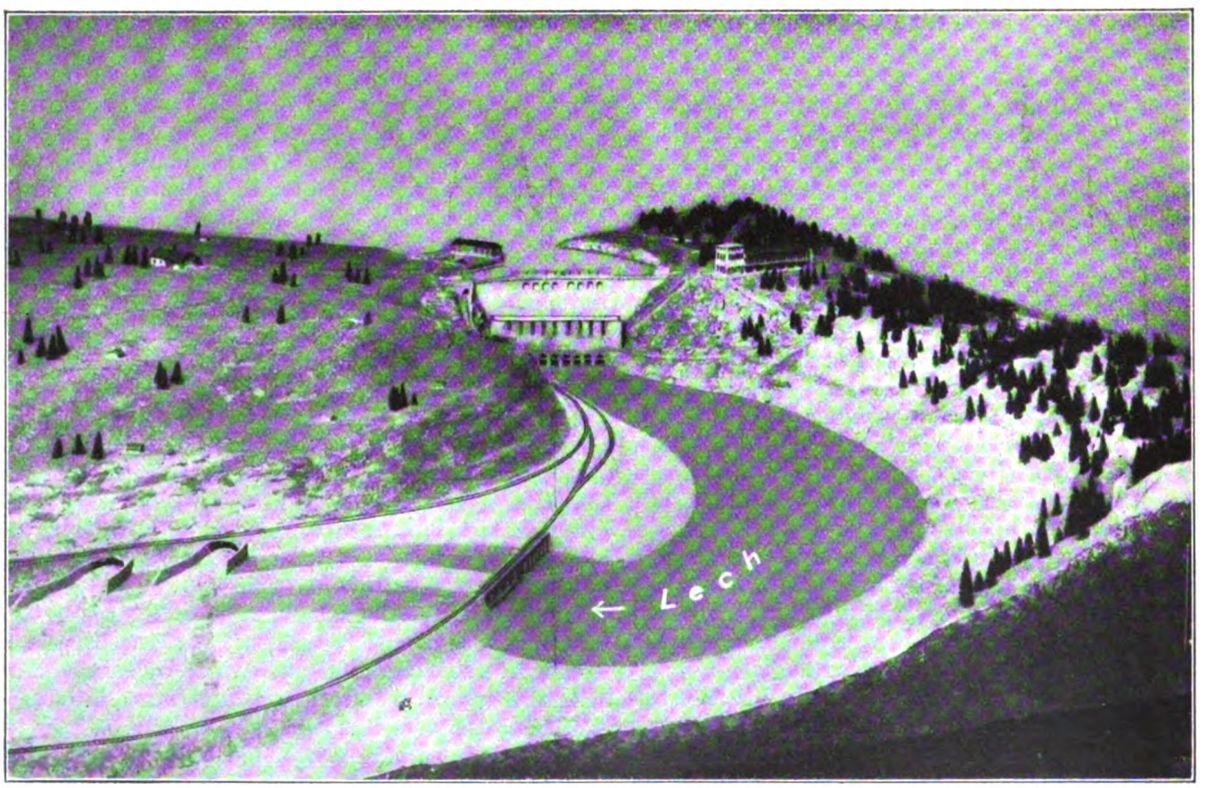


Abb. 5. Modell der Talsperre bei Roßhaupten (vgl. Abb. 4).

Digitized by Google

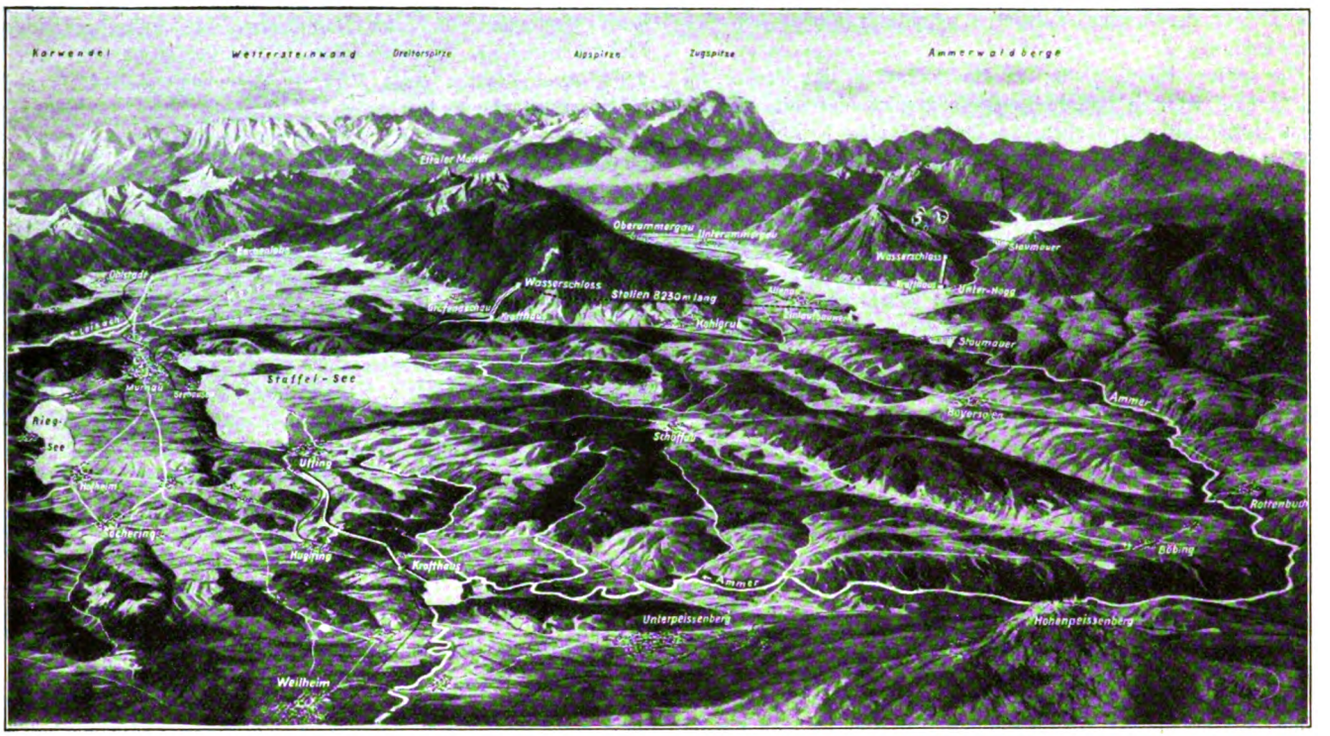


Abb. 6. Uebersicht über die Ausnutzung der Ammer unterhalb Oberammergau.

abwärts gelegenen Siedlungen zu verbinden. Die vorläufigen Untersuchungen führten zur Aufstellung des zur Schau gestellten Projekts (Abb. 4). Hiernach soll in der Talenge des Lechs eine 40 m hohe Schwergewichtsmauer errichtet und dadurch im derzeitigen sehr breiten Lechbett unterhalb Füssen ein Stausee von 10 km Länge und 1800 ha Oberfläche mit etwa 180 Mill. cbm nutzbarem Inhalt, wie er größer wohl in Vorzeiten schon bestand, wieder hergestellt werden. Der obere 2 m hohe Raum des Stausees mit etwa 80 Mill. cbm ist für die Wasserkraftgewinnung nicht nutzbar, er dient zur Abgleichung der großen Hochwasser, die dadurch von 1200 cbm auf 500 cbm verringert werden sollen; auch die kleineren Hochwässer werden wesentlich abgemindert. Die Aufbesserung des Winter-Niederwassers durch Zurückhaltung der Hochwässer während des Sommers ist ziemlich bedeutend und beträgt mehr als 12 cbm. Das bisherige Niederwasser von rund 17 cbm wird für die Folge auf 29 cbm erhöht, was allen unterliegenden Triebwerken, insbesondere aber einer Ueberleitung von Lechwasser zum Main nach den Plänen der Rhein-Main-Donau A.-G. zugute kommt.

Das Krafthaus (Abb. 5) ist am Fuße der Sperrmauer vorgesehen, das aufgespeicherte Wasser wird bis zu 140 m³/sec mit einem mittleren Gefälle von 28 m und einer mittleren Jahresleistung von 16 000 PS ausgenützt, die Hochwassermengen werden durch einen Doppel-Stollen von je 6,6 m Lichtweite um die Sperre herumgeleitet. Unterhalb der Sperrenanlage ist ein Gegenwehr angeordnet, von dem rechts ein Kanal zur direkt anschließenden Niederdruckstufe bei Prem oberhalb Lechbruck abzweigt.

Von besonderem Interesse ist der Plan des Einlaufbauwerkes zu den Hochwasserstollen. Außer der naheliegenden Lösung, die Hochwasserstollen durch entsprechend regulierbare Sektorschützen abzuschließen, besteht ein Wahlentwurf, den beiden Stollen eine Doppelkammer vorzubauen, in der das Ueberwasser durch horizontale, in fünf Stockwerken angeordnete Eisenbetonsiebe mit gegeneinander versetzten Löchern allmählich zur Stollentiefe herabfällt. Zweck der von Dipl.-Ing. Jul. Maetz in München vorgeschlagenen Anordnung ist die Beschränkung der freien Fallhöhe des Wassers, welches bei Katastrophenhochwasser auf 1200 m³/sec ansteigt.

Neben der Staumauer ist auf der linksseitigen Hochuferterrasse das Umspannwerk mit Schalthaus angeordnet und durch Anschlußgeleise mit dem Bahnhof Roßhaupten verbunden. Die Kraftanlage ist zur allgemeinen Elektrizitätsversorgung und für den elektrischen Bahnbetrieb in Bayern bestimmt.

Auch das neben der vorbeschriebenen Roßhauptener Sperrenanlage in verschiedenen Plänen dargestellte Projekt einer 50 m hohen Ammersperre, Abb. 6, unterhalb Oberammergau mit einem 5 km langen Stausee mit 340 ha Oberfläche wurde bereits früher untersucht. Es sollte damals das Ammergefälle bis oberhalb Weilheim im Laufe des Flusses selbst durch zwei Stufen von über 50 und 100 m Höhe ausgenützt werden. Neu ist die jetzt gedachte Ueberleitung des gestauten Ammerwassers mittels eines 8 km langen Druckstollens für 35 m³/sec Wasserführung in östlicher Richtung zu einem Wasserschloß oberhalb Grafenaschau und die Ausnützung des bis zum Staffelsee im Mittel 160 m betragenden Gefälles in einer Kraftanlage mit 55 000 PS Ausbau- und 13 000 PS Jahresdurchschnittsleistung. Der Staffelsee, in den das Unterwasser der Kraftstufe Grafenaschau mündet, wird durch ein Regulierungsbauwerk am bisherigen Seeabfluß, der Ache, abgeschlossen, im Wasserhaushalt jedoch nicht besonders beeinflußt. Vom Staffelsee abwärts ist eine weitere Gefällsstufe am Ammerknie bei Oberhausen mit 68 m Nutzgefälle und einer Jahresleistung von 6500 PS vorgesehen, als Ausgleichbecken für die beiden Spitzenwerke ist in der Niederung des Ammerknies

Digitized by Google

ein kleiner durch eine Talsperre gebildeter künstlicher See angeordnet.

Die spätere Einbeziehung der Halbammer in das Projekt ist durch eine weitere Sperre im Halbammergebiet mit 70 Mill. cbm Nutzinhalt vorgesehen, an die sich eine Kraftstufe von 145 m Gefälle anschließt. Das betreffende Werk soll nur im Winter als Kraftwerk, dagegen im Sommer als Pumpstation zum Heben des Ammerüberwassers in den Halbammerstausee benützt werden. Die Gesamtleistung der Ammer und Halbammer nach dem Entwurf beträgt bei einer Ausbauleistung von 103 000 PS im Jahresdurchschnitt 26 000 PS.

Sowohl die Anlage der Roßhauptener als der Ammersperre sind in den in Abb. 4 bis 6 wiedergegebenen Vogelschaubildern zum besseren Verständnis der Besucher dargestellt, von den geplanten Sperren sind außerdem perspektivische Zeichnungen und von der Roßhauptener Sperre noch ein Modell vorhanden. Photographische Ansichten der verschiedenen Baustellen vervollständigen den interessanten Raum.

Der dritte Abteil bringt die allgemeine Wasserkraftwirtschaft Bayerns in vielen Plänen und Darstellungen, von denen zunächst der Generalplan (Abb. 7) für den Ausbau der bayerischen Großwasserkräfte besonders ins Auge fällt. Er bildet das Ergebnis der mehrjährigen Untersuchungen und Erhebungen der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Eelektrizitätsversorgung über die günstigste Aufteilung der Flußstrecken, die Art des Ausbaues und die zweckmäßigste Ausbaugröße mit Berücksichtigung der jeweiligen Kostenaufwendungen und enthält die an den einzelnen Flußstrecken ausgenützten sowie noch erschließbaren Wasserkräfte über 1000 kW Ausbauleistung nach Größe, Art der Kraftdarbietung (Lauf- oder Spitzenwerk) und Verwertung. Beilagen zum Generalplan bilden die Kraftleistungshöhenpläne, von welchen die des Lechs und der Isar ausgestellt sind. Die betreffenden Pläne gestatten einen Ueberblick über die an den genannten Flüssen erschließbaren Gesamtwasserkräfte und ihres derzeitigen Ausbaustandes. Die theoretischen Kraftleistungen der jeweiligen Ausbaustrecken ergeben sich als Produkte, aus Wassermengen (wagrechte Maße) und aus Fallhöhen (senkrechte Maße). Die beiden Pläne zeigen das Bild einer nahezu restlosen und planmäßigen Ausnützung großer Flüsse.

Um die wirtschaftlichste Verwertung der einzelnen Wasserkräfte unter Umstellung der bisher verwendeten Kohle auf Wasserkraft zu finden, wurden die vorhandenen Energiequellen „Wasserkraft, Kohle verschiedenen Heizwertes, flüssige Brennstoffe, Torf und Holz" auf die Maßeinheit der Normalkohle von 7000 WE zurückgeführt, aus der Statistik der derzeitige tatsächliche Energiebedarf an Licht, Kraft, Wärme und Bahnstrom in Tonnen Normalkohle errechnet und hierauf festgestellt, wieviel von dem Gesamtbedarf zurzeit aus Wasserkräften gedeckt wird und wie sich das Verhältnis für spätere Zeiten bei natürlicher Entwicklung der Bevölkerungszunahme in Bayern sowie des Bedarfs an Energie gestaltet. Daraus ergibt sich ein bestimmter künftiger Bedarf an Wasserkraftmengen für die allgemeine Elektrizitätsversorgung und für Bahnzwecke sowie ein verbleibender, nicht unbedeutender Rest für die elektrochemische und elektrometallurgische Industrie. Wie sich hiernach die Verhältnisse im einzelnen für die Zukunft ergeben, ist in einem weiteren Plane „Energiebedarf Bayerns und seine Deckung durch Brennstoffe und Wasserkraft" zu ersehen. Hiernach kann die Bedarfsdeckung für allgemeine Licht- und Kraftversorgung bis 85% auf Wasserkraft umgestellt und der Bahnbedarf bei fortschreitender Elektrisierung bis zu 70% durch Wasserkräfte gedeckt werden. Auch dürften etwa 5% des Wärmeenergiebedarfs auf Wasserkraft umstellbar sein, so daß sich eine Umstellung von über 30% des Gesamtenergiebedarfes ohne elektrometallurgische Industrie erreichen läßt. Bei der ungleichmäßigen Leistung der bayerischen Wasserkräfte durch die wechselnde Wasserführung der Flüsse muß dabei eine restlose Wasserkraftausnützung angestrebt und der überschüssige Sommerstrom in deutsche Nachbargebiete ausgeführt oder gegen Kohlenmengen oder Wärmekraftstrom durch Zusammenschluß der Höchstspannungsleitungen ausgetauscht werden.[2])

Weitere Pläne enthalten den Wasserhaushalt eines voralpinen Wasserlaufs (Iller) und eines aus den Zentralalpen kommenden Flusses (Inn) durch Darstellung der Größe und Häufigkeit der verfügbaren Wassermengen sowie ihrer Werknutzbarkeit bei Ausbau auf Jahresmittelwasser. Ein Plan zeigt den Jahresverlauf der Nutzbarkeit der Wasserführung bayerischer Flüsse in Prozenten der mittleren Jahreswassermenge und läßt die niedrige Winterwasserführung der alpinen Flüsse im Gegensatz zu den Flachlandsflüssen sowie den Einfluß der natürlichen Seen und Grundwasserspeicher auf die Vergleichmäßigung der Wasserführung erkennen. Ein weiterer Plan veranschaulicht die Wasserkraftdarbietung für die allgemeine Elektrizitätsversorgung und Bahnstromerzeugung im rechtsrheinischen Bayern nach dem Ausbaustande des Jahres 1924 wochenweise zusammengefaßt unter Zugrundelegung des nassen Jahres 1919/20 und des trockenen Jahres 1920/21 und zeigt insbesondere den Wert der Speicherung im Walchensee zur Erhöhung der Winterleistung.

Auch über die Großkraftverteilung in Bayern sind zwei Pläne vorhanden, welche Lage und Größe der wichtigsten Krafterzeugungszentren durch Wasserkraft und Wärme, die Bayernwerksleitungen mit ihren Umspannwerken und die Bahnstromspeiseleitungen mit den Speisepunkten enthalten und eine Uebersicht über den Zusammenschluß der wichtigsten Krafterzeugungsanlagen Bayerns mit den Hauptverbrauchsgebieten, (Ueberlandwerken und großen Städten) geben. Den Plänen ist zu entnehmen, daß der Kraftbedarf in Südbayern schon jetzt vorwiegend durch Wasserkräfte gedeckt wird und die Elektrizitätsversorgung Bayerns die Wärmekräfte nur als Ergänzung benötigt. Zwischen und unter den Plänen des dritten Abteils sind dann noch Lichtbilder über bemerkenswerte in Betrieb befindliche Wasserkraftanlagen in Bayern angebracht.

Den vorstehenden Ausführungen ist zu entnehmen, welche Fülle von interessanten Darstellungen auf dem Gesamtgebiet der Wasserkraftausnützung und Wasserkraftwirtschaft die bayerische Schau enthält. Tritt sie auch im Rahmen der sonstigen deutschen Ausstellung, die vorwiegend die Schiffahrt berücksichtigt, infolge Beschränkung auf kleine, nicht gerade besonders günstig gelegene Räume für die große Allgemeinheit der Besucher etwas zurück, so wird doch der Wasserkraftingenieur manches gefunden haben, was die Ausstellungen der anderen Länder nicht aufweisen konnten.

(W. 832.)

[2]) Die vorerwähnten Darstellungen wurden aufgenommen in die erst jüngst von der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung herausgegebene Veröffentlichung „Wasserkraftausnützung in Bayern", die auch den Generalplan näher erläutert und neben anderem insbesondere die bisherige Ausnützung der bayerischen Flüsse sowie die weiteren Erschließungspläne ausführlich und systematisch behandelt. Die Veröffentlichung kann von der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern bezogen werden. (Preis 20 M.) Vgl. Seite 238 dieses Heftes. D. Schriftltg.)

Digitized by Google

Wasserkraftausnützung in Bayern

Generalplan für den Ausbau der bayerischen Großwasserkräfte

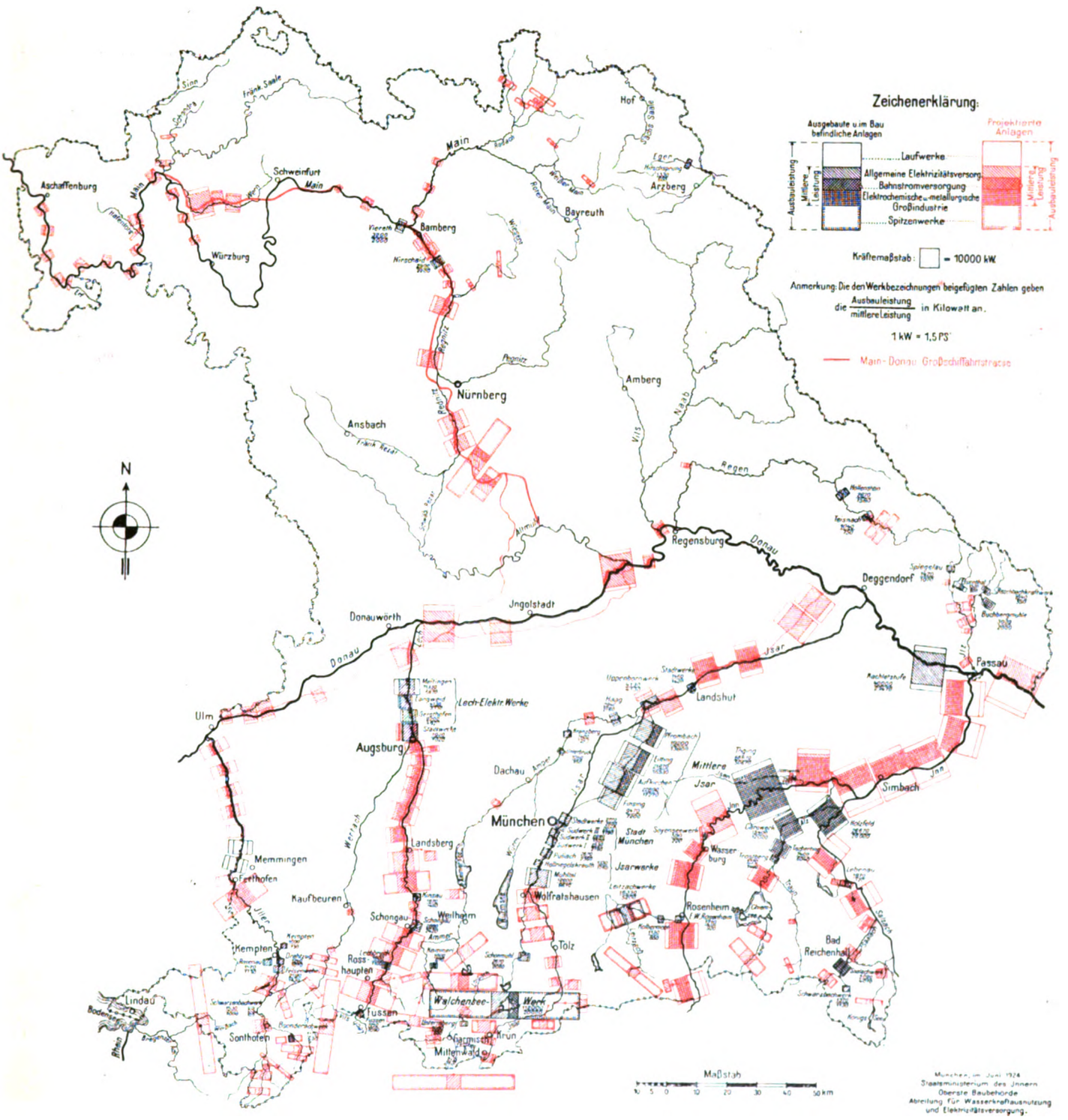


Abb. 7.

Digitized by Google

Das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee.

Von Oberbaudirektor Professor Dantscher, München.

Das wasserbauliche Versuchswesen hat, ausgehend von Deutschland, im Verlauf der letzten Jahrzehnte in allen Ländern mit geregelter Wasserwirtschaft einen bedeutenden Aufschwung erfahren. Immer mehr dringt in jedem Land die Erkenntnis durch, daß die Gewässer wichtige, vielseitige Aufgaben haben und ein lebenswichtiges Element darstellen, das einer dauernden und sorgfältigen Beobachtung und eines genauen Studiums bedarf, um es für die Allgemeinheit in bester Weise zu nützen. Zu den Einrichtungen für Beobachtung und Studium der Gewässer gehören neben den bereits vielfach vorhandenen hydrographischen Aemtern auch die wasserbaulichen Versuchsanstalten. Zunächst sind diese an den Hochschulen entstanden, wo sie der Lehre und Forschung dienen sollen, dann aber sind auch einzelne größere Wasserbauverwaltungen dazu übergegangen, für ihre Bedürfnisse und Aufgaben sich selbst derartige Einrichtungen zu schaffen.

Gegen Ende des Jahres 1924 hat der Präsident der Kaiser-Wilhelm-Stiftung, Exzellenz von Harnack, die Anregung gegeben, im Zusammenhang mit den Bauten am Walchenseewerk ein Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraftausnützung zu schaffen und Exz. O. von Miller, der bekannte Schöpfer des Deutschen Museums, hat es übernommen, diesen Gedanken in die Tat umzusetzen. In einer Reihe von Beratungen mit Vertretern des Wasserbaues, mit den maßgebenden Behörden, mit den Fachvertretern der Technischen Hochschule München wurde erörtert, ob eine Notwendigkeit für ein solches Institut bestünde, welche Aufgaben ihm zu übertragen wären, wo und in welchem Umfang seine Versuchseinrichtungen geschaffen werden sollten.

Die Aufgaben des Forschungsinstitutes liegen in den allgemeinen Problemen der Gewässerkunde und in Versuchen für wasserbauliche Zwecke und für Wassermaschinen, wie Turbinen und Pumpen. Die allgemeinen Probleme der Gewässerkunde erfahren überall zum Teil schon seit langer Zeit eine erfolgreiche Behandlung durch Landesämter, hydrographische Aemter und dergleichen Organisationen. Hierfür etwas Neues zu schaffen wäre überflüssig gewesen und es kann nicht Aufgabe des neuen Forschungsinstitutes sein, in diese Arbeiten sich als neues Glied einzuschieben oder gar als übergeordnetes Organ aufzutreten. Wenn trotzdem auch die allgemeinen Probleme der Gewässerkunde in das Arbeitsgebiet des Forschungsinstitutes aufgenommen wurden, so liegt seine Aufgabe dabei darin, mit all den bestehenden Aemtern in Verbindung zu treten und mitzuarbeiten an der wissenschaftlichen Auswertung der allgemein gültigen und überall auftretenden grundsätzlichen Fragen. Niederschlag und Abfluß, Verdunstung und Versickerung, Seeretension, Eisbildung und Grundwasser bilden heute noch so viele Studienobjekte wie

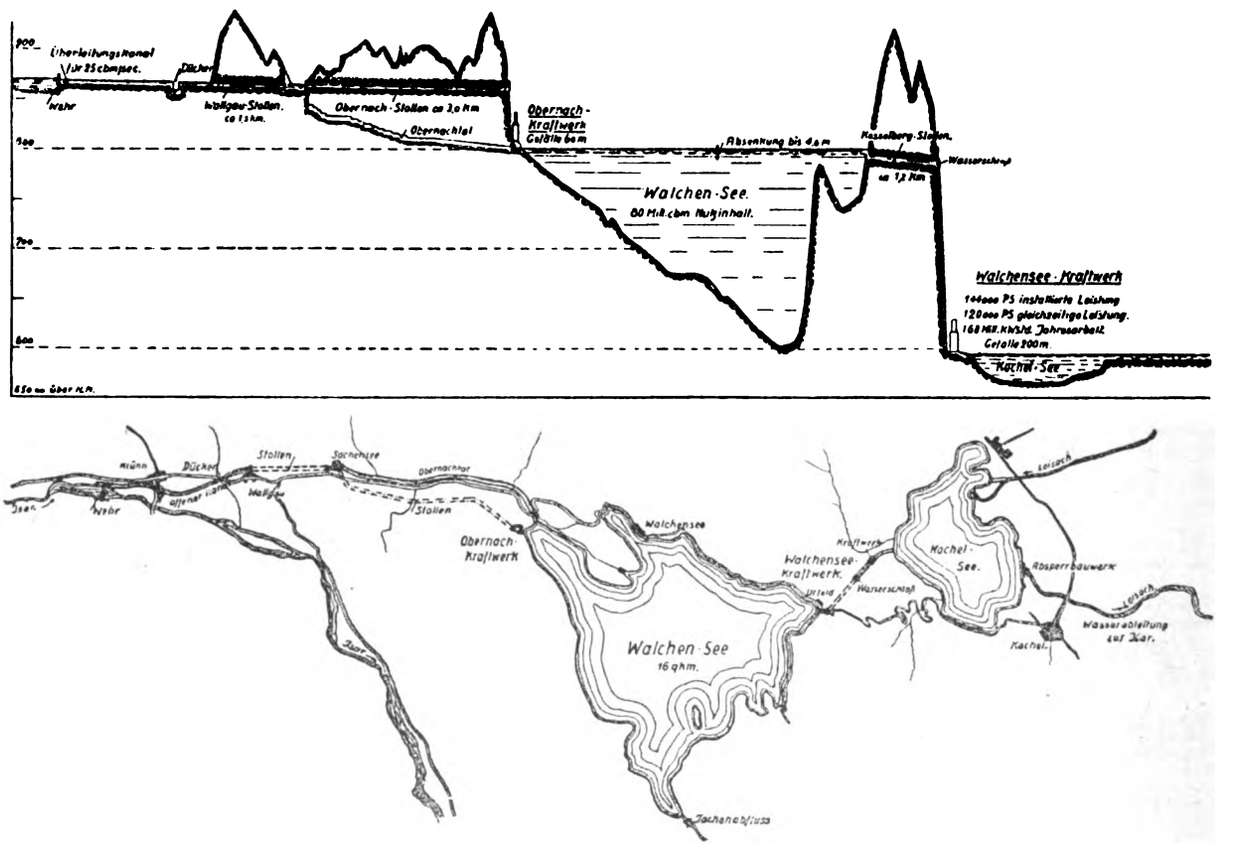


Abb. 1. Lage des Walchenseewerkes. (Das Forschungsinstitut kommt zwischen Sachensee und Obernachkraftwerk zu liegen.)

Digitized by Google

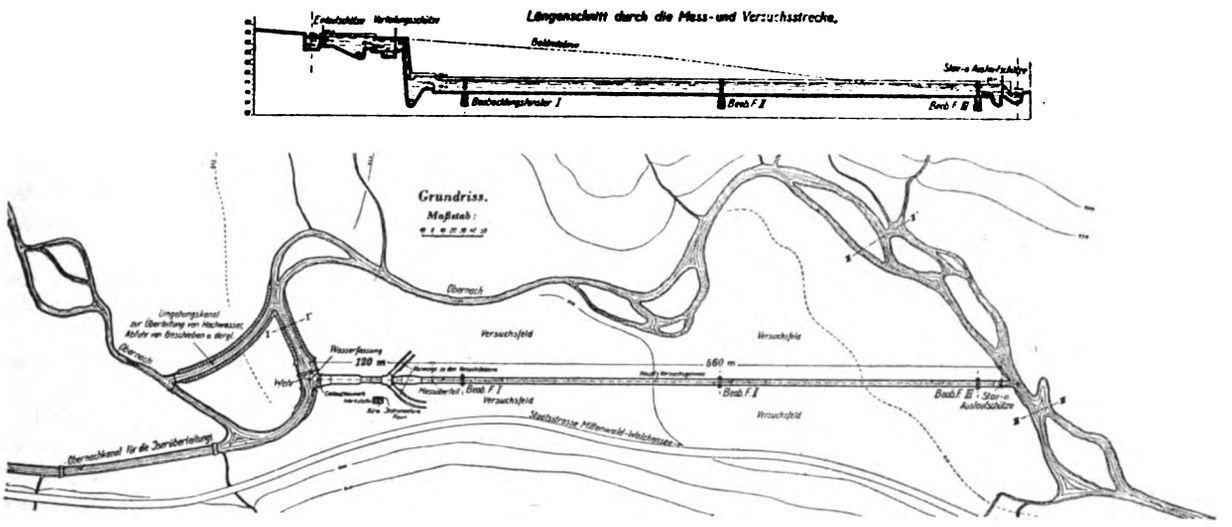


Abb. 2. Das Versuchsgerinne für wasserbauliche Versuche.

Namen. Schon allein das Verfolgen aller hier in Gang befindlichen Arbeiten ist eine wissenschaftlich wertvolle, das Forschungsinstitut gut beschäftigende Tätigkeit.

Die eigentliche Versuchstätigkeit geht nach der Seite des Wasserbaues und der des Wassermaschinenbaues. Wasserbauliche Laboratorien und Institute für Wassermotoren sind verschiedene in Deutschland vorhanden mit berühmten Namen und Leistungen. Ein weiteres Laboratorium solcher Art zu schaffen, konnte nicht Aufgabe des neuen Forschungsinstitutes sein, das Ziel mußte etwas anders gesteckt werden. Die Gelände- und Wasserverhältnisse sind im Bereich des Walchenseewerkes derart günstig, daß es möglich ist, eine Versuchseinrichtung großer Art zu schaffen. Die Laboratoriumstätigkeit hat bisher sehr oft ergeben, daß für eine Reihe von Fragen der Maßstab, wie er zur Nachbildung verwendet werden kann, zu klein ist, und daß der Schluß vom Modell auf die Wirklichkeit damit schwierig und unsicher wird. Je größer der Modellmaßstab, desto sicherer ist das Ergebnis des Versuches, und so ist das Bedürfnis nach Versuchen in großem Maßstab vorhanden. Bei großen Versuchen geht aber auf der anderen Seite der Vorteil verloren, den die kleine Anordnung hat, nämlich die Möglichkeit, die grundlegenden Elemente des Versuches leicht ändern zu können.

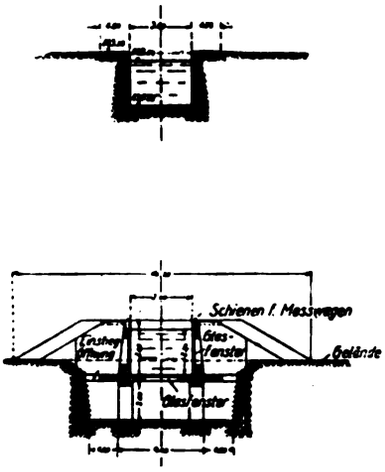


Abb. 3. Querschnitte des Versuchsgerinnes.

Sehr häufig ergab sich die Notwendigkeit, das Problem zunächst in kleinem Maßstab grundsätzlich zu klären und dann in einem zweiten Versuch großer Art endgültig die Ausführungsform der geplanten Wasserbauten festzulegen. Besonders bei den Aufgaben des Flußbaues ist das der Fall. Die Geländeverhältnisse und die Wassermengen gestatten, ein großes Gerinne anzulegen und damit Versuche in einem Maßstab auszuführen, in dem das bisher noch nicht möglich war. Betrachtet man gerade diese Aufgabe des neuen Forschungsinstitutes, so gewinnt es neben den vielen schon vorhandenen Laboratorien eine große Bedeutung, da es in der Lage ist, deren Arbeiten gegebenenfalls noch weiterführen zu können. Darüber hinaus kommen im Wasserbau Aufgaben vor, wie beispielsweise die Frage der Geschiebebewegung, die mit den Einrichtungen der bisherigen Laboratorien überhaupt nicht erfolgreich in Angriff genommen werden konnte.

Die Versuchsanlagen für Wasserbau sind an der Obernach geplant, durch die bekanntlich das Isarwasser dem Walchensee zugeführt wird, Abb. 1. An einem Bogen dieses Flusses ist geräumiges, ebenes Gelände vorhanden, das ganz aus Gerölle und Schotter besteht. Durch Wehr und Einlaufbauwerk wird der Obernach das für Versuchszwecke notwendige Wasser entnommen und einem geraden Gerinne von 560 m Versuchslänge (Abb. 2) zugeleitet. In diesem Gerinne können Untersuchungen über Fließzustände und Fließerscheinungen, über Rauhigkeit der Wandungen und Fließwiderstände bei verschiedenen Profilformen, ferner auch Untersuchungen über Geschiebebewegung gemacht werden. Beiderseits dieses Gerinnes sind große, ebene Kiesflächen vorhanden, die Gelegenheit zu Versuchen der verschiedensten Art geben. Es lassen sich hier leicht Flußkrümmungen und Profile jeder Art herstellen, Korrektionssysteme und Wehrformen können erprobt werden, auch Untersuchungen über den Erddruck auf Stützmauern, über den Unterdruck auf Schleusen und Wehrböden lassen sich leicht durchführen. Das Verhalten von Baumaterialien bei Frost und unter den verschiedensten Verhältnissen bei Dauereinwirkung kann auf diesen Versuchsfeldern studiert werden.

Die gesamte Anordnung ist so, daß das Wasser aus der Obernach in das Gerinne eintritt und dort in einem Klärbecken geklärt wird, dann folgt die Messung mittels eines Ueberfalles, darauf eine Verteilungsanlage, die gestattet, das Wasser den Versuchsfeldern rechts und links und dem Haupt-

Digitized by Google

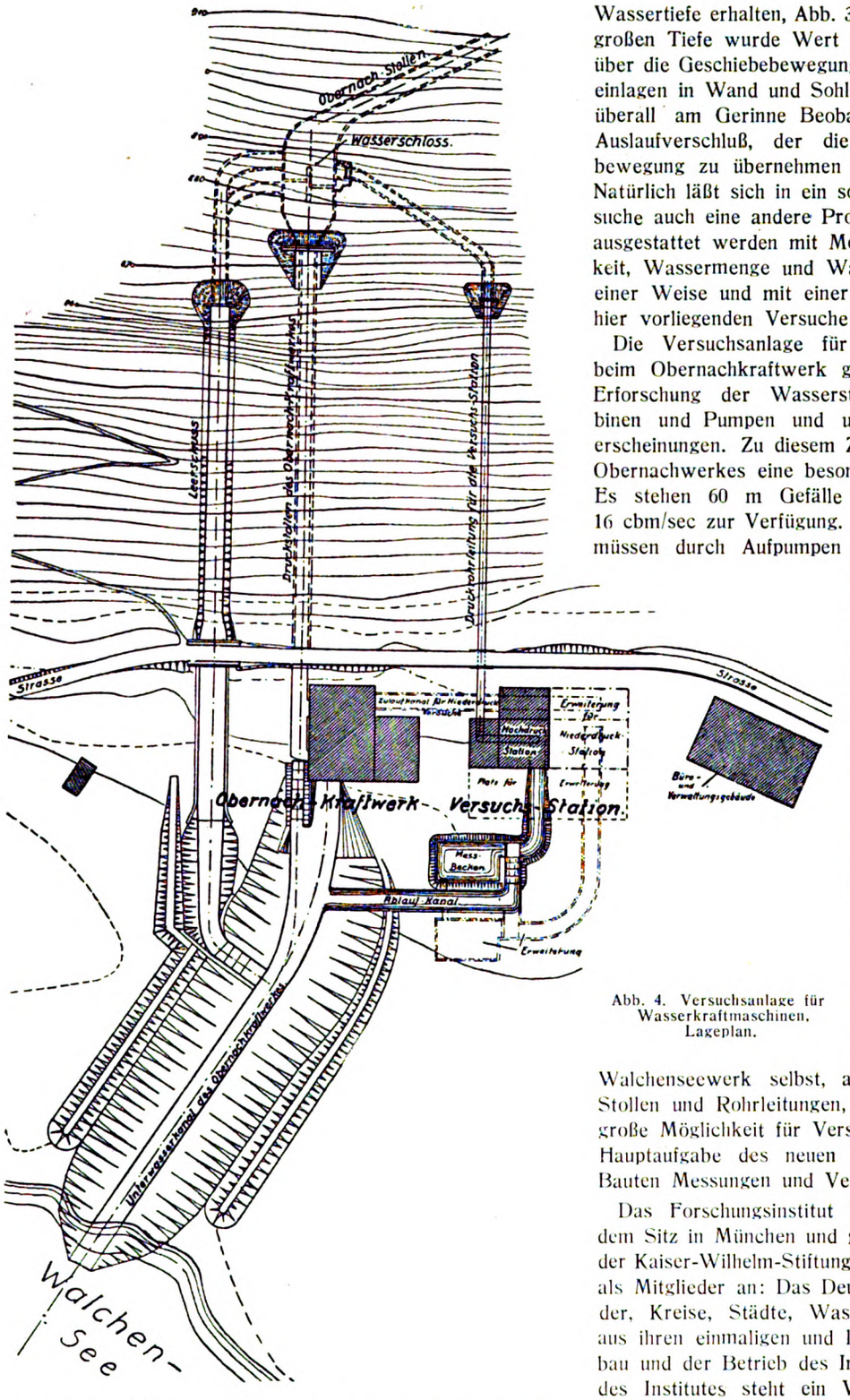


Abb. 4. Versuchsanlage für Wasserkraftmaschinen, Lageplan.

gerinne in der Mitte zuzuführen. Das Hauptgerinne selbst ist, um eine sichere, einwandfreie Gründung zu haben, ganz in den Einschnitt gelegt. Den Höhenausgleich hinter der Verteilungsanlage vermittelt ein Absturz mit darauffolgendem Tosbecken. Das Hauptgerinne soll in Beton hergestellt werden und rechteckigen Querschnitt von 3 m Breite und 2½ m Wassertiefe erhalten, Abb. 3. Gerade auf die Erreichung einer großen Tiefe wurde Wert gelegt, weil das für die Versuche über die Geschiebebewegung von Bedeutung ist. Durch Glaseinlagen in Wand und Sohle wird die Möglichkeit geschaffen, überall am Gerinne Beobachtungen anzustellen. Vor dem Auslaufverschluß, der die Regelung der ganzen Wasserbewegung zu übernehmen hat, ist ein Kiesfang angeordnet. Natürlich läßt sich in ein solches Gerinne für bestimmte Versuche auch eine andere Profilform einbauen. Das Ganze muß ausgestattet werden mit Meßvorrichtungen, um Geschwindigkeit, Wassermenge und Wasserdrücke messen zu können in einer Weise und mit einer Genauigkeit, wie es der Art der hier vorliegenden Versuche entspricht.

Die Versuchsanlage für Wassermaschinen (Abb. 4) ist beim Obernachkraftwerk geplant. Es handelt sich hier um Erforschung der Wasserströmung in Rohrleitungen, Turbinen und Pumpen und um das Studium der Kavitationserscheinungen. Zu diesem Zweck soll vom Wasserschloß des Obernachwerkes eine besondere Druckrohrleitung abzweigen. Es stehen 60 m Gefälle und eine Wassermenge bis zu 16 cbm/sec zur Verfügung. Etwa notwendige höhere Drücke müssen durch Aufpumpen von Wasser gewonnen werden. Der eine Teil dieser Versuchsstation dient speziell den Hochdruckversuchen, insbesondere den Kavitationserscheinungen. Ein weiterer Teil soll dann zur Vornahme von Niederdruckversuchen dienen, insbesondere der Beobachtung von Strömungserscheinungen innerhalb des Turbinenlaufrades.

Die Projekte, die für den wasserbaulichen Teil von Professor Dantscher, für den wassermaschinellen Teil von Professor Thoma angegeben sind, zeigen bereits in den jetzt vorliegenden generellen Entwürfen, daß eine weitgehende Versuchsmöglichkeit vorhanden ist. Daneben kommt aber noch etwas anderes, sehr Wesentliches in Betracht. Am Walchenseewerk selbst, an seinen ausgedehnten Gerinnen, Stollen und Rohrleitungen, an seinem Wasserschloß, ist eine große Möglichkeit für Versuche gegeben und es ist mit eine Hauptaufgabe des neuen Institutes, an diesen bestehenden Bauten Messungen und Versuche auszuführen.

Das Forschungsinstitut ist ein eingetragener Verein mit dem Sitz in München und gleich anderen Forschungsinstituten der Kaiser-Wilhelm-Stiftung angegliedert. Dem Verein gehören als Mitglieder an: Das Deutsche Reich, Bayern, andere Länder, Kreise, Städte, Wasserkraftunternehmungen usw. und aus ihren einmaligen und laufenden Beiträgen wird der Ausbau und der Betrieb des Institutes bestritten. An der Spitze des Institutes steht ein Verwaltungsrat, dem der Direktor des Forschungsinstitutes untersteht. Es ist durch Satzungsbestimmung Sorge getragen, daß dem Direktor volle Forschungsfreiheit gewährt ist und daß damit der Charakter eines wissenschaftlichen Institutes gewahrt wird. Das Institut ist im Mai des heurigen Jahres gegründet worden.

(W. 835.)

Digitized by Google

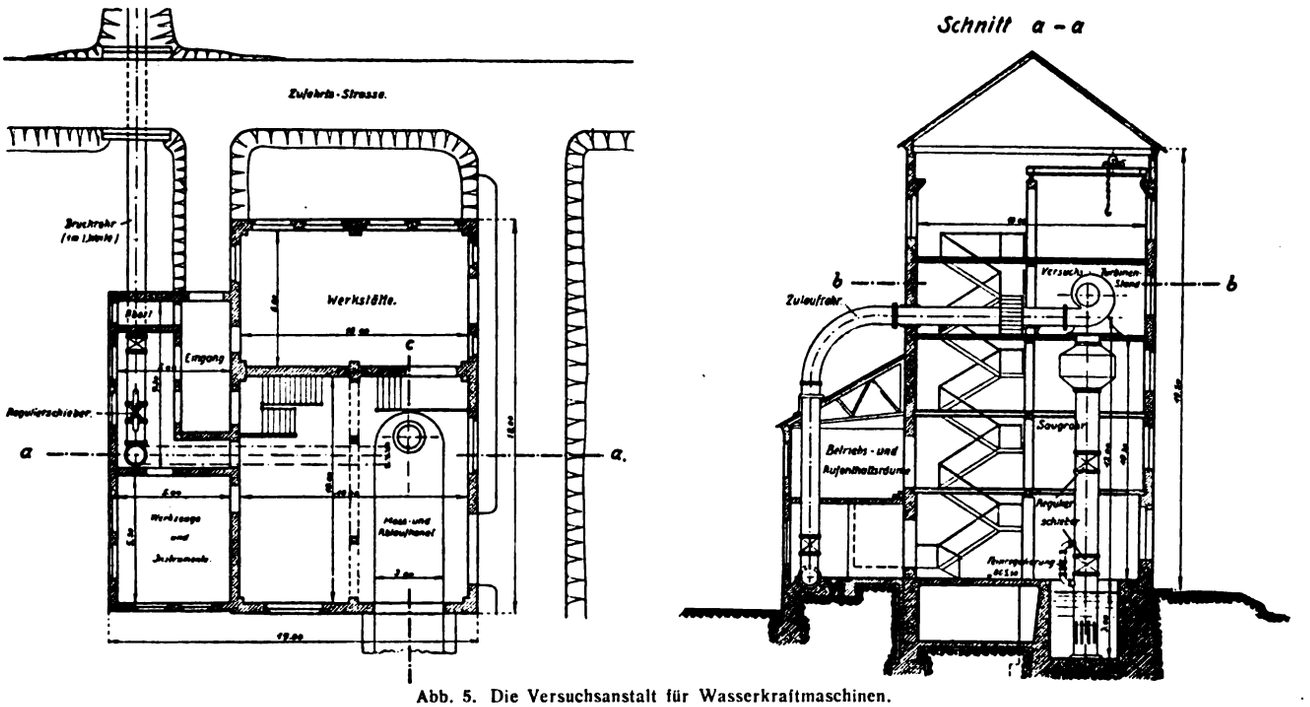


Abb. 5. Die Versuchsanstalt für Wasserkraftmaschinen.

Rundschau

Literatur

Zeitschriftenschau.

Allgemeines.

Ueber technische Erschütterungsmessungen. — Hoch- u. Tiefbau 1925, H. 32, S. 308—309, m. 1 Abb. (Verwendung des Seismographen kleiner Type von Trüb, Tauber & Cie. mit 25 kg Masse zur Messung von Erschütterungen an Gebäuden durch Verkehr usw.)

Wetterstürze und Fischsterben. Von Dr. F. Egger. Mitt. aus dem städt. chem. Untersuchungsamt Stuttgart. „Wasser und Gas" 1925, Nr. 4, Sp. 145—147. (Angaben über Beobachtungen, wonach das Fischsterben häufig durch besonders ungünstige Witterungsverhältnisse hervorgerufen wird, zum Beispiel gewitterartige Regenfälle und damit verbundenen Sauerstoffmangel, Auftritt von Fäulnisgasen aus dem Untergrund und erdige Verschmutzung des Flusses infolge starker Niederschläge.)

Die Rechtslage der Elektrizitätswerke im Konkurse des Abnehmers. Von Dr. Schwagmeier. — Elektrizitätswirtschaft, Mitt. des V. D. E. W., 1926, H. 401, S. 43—47. — (Rechtliche Behandlung der Fragen über die rückständigen Forderungen und die Weiterlieferung elektr. Arbeit. — Die Verhängung einer Geschäftsaufsicht trifft das Elektrizitätswerk nicht.)

Energiewirtschaft.

Tidal power on the River Severn. Von Beckett. (Gezeitenkraft am Severn-Fluß.) — Water and Water Engineering, 1926, Nr. 330, S. 225—232 und H. 331, S. 279—285, mit 4 Abb. — (Grundlagen der Ausnutzung und Gefällsverhältnisse, 300 Turbinen für zusammen 750 000 PS in einem Damm von 2700 m Länge; Einzelheiten des in den Damm eingebaut projektierten Kraftwerkes und Umschaltung des Wasserlaufes durch die Turbinen zwischen den beiden Dammseiten. Neue Anordnung mit 100 Turbinen für zusammen 2,4 Mio PS unter 3,6 m Gefälle mit hydraul. Speicheranlage, Jahresarbeit 480 Mio kWh.)

Zusammenhänge zwischen dem Ausbau der schweiz. Wasserkräfte und der Kohle. Von Dr.-Ing. Strickler. Werft, Reederei, Hafen, 1926, H. 14, S. 345 bis 346, mit 1 Karte. — (Bisherige Entwicklung der Wasserkraftnutzung und der Vorbereitungen zur Oberrhein- und Binnenschiffahrt. Besonderheiten des Entwicklungsganges und der Verbindung beider in der Schweiz.)

Normung der Berechnung der Wasserkräfte. Die Wasserwirtschaft Wien, 1926, H. 11, S. 296—297. (Vorschlag für die Zeichen, Begriffe und Berechnungsweisen des österr. Wasserwirtschaftsverbandes und des österr. Normenausschusses.)

Wirtschaftliche Betrachtungen über Abfallenergie-Verwertung, insbesondere hydraulische Hochdruckspeicherung. Von Dr.-Ing. Mann. — Schweiz. Wasserwirtschaft, 1926, H. 6, S. 87—90 und H. 7, S. 123—126, mit 1 Abb. — (Begriff der Abfall-Energie. Die beiden Speicherungsmöglichkeiten: elektrothermische Speicherung und hydraulische Hochspeicherung für erstere: Aequivalentpreis der kWh, Bedeutung der Wärmespeicherung. Für hydraul. Hochspeicherung: Veredelung der Arbeit rechtfertigt Kostenaufwand. Wirkungsgrad. Verschiedenes Gefälle für Pump- und Generatorbetrieb. Verschiedene Möglichkeiten.)

Buchbesprechungen

Untersuchung über die Geschwindigkeitsverteilung in turbulenten Strömungen von J. Nikuradse, Göttingen. Gr. 8°, IV, 44 S. mit 51 Abb. u. 16 Zahlentafeln, Heft 281

Digitized by Google

der „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens", VDI.-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, 1926.

In den einleitenden Worten bezeichnet Nikuradse als vordringliche Aufgabe der Forschung auf dem Gebiete der Hydrodynamik die Schaffung einer möglichst breiten experimentellen Grundlage für weitere theoretische Untersuchungen. Innerhalb der durch die Beschränkung auf eine Einzelfrage gezogenen Grenzen wird die vorgelegte Arbeit dem Sinn und Umfang des obigen Programms in vollstem Maße gerecht. Es wird nicht an Stimmen fehlen, welche bedauern werden, daß dieses Programm etwas zu eng gefaßt sei, und eine Erweiterung dahingehend wünschen werden, daß auch die Schlußfolgerung für die Formgebung von Maschinen und Maschinenteilen, welche mit strömenden Arbeitsmitteln arbeiten, behandelt werde. Diesen möge entgegengehalten sein, daß eine solche Erweiterung eine große Gefahr mit sich bringt, der beispielsweise Lorenz in seiner „Neuen Theorie und Berechnung der Kreiselräder" erlegen ist. Sein Buch ist in der Behandlung der hydrodynamischen Fragen einwandfrei und für Lehrzwecke vorbildlich, verführt aber zu der falschen Problemstellung: „Wie muß ein Gefäß aussehen, damit eine mit einfachen mathematischen Mitteln erfaßbare Strömung zustande kommt?" Die richtige Fragestellung scheint mir vielmehr so zu lauten: „Wie muß ein Gefäß aussehen, damit die darin möglichen Strömungsformen mit einem Minimum von Verlusten verknüpft sind?" Der Ingenieur muß für eine Reihe von Gefäßformen die Verluste nach Art und Größe feststellen und dann dasjenige Gefäß für die Ausführung auswählen, bei welchem die Summe aller Verluste ein Minimum ist. Seien wir Ingenieure der Universität Göttingen dankbar, daß sie es unternimmt, das Rüstzeug für solche Untersuchungen bereit zu stellen und dabei mit den einfachsten in der Technik vorkommenden Gefäßformen beginnt. Nikuradse untersucht die Geschwindigkeitsverteilung bei vollausgebildeter turbulenter Strömung, in dreieckigen, viereckigen und runden Rohren, sowie an der Oberfläche und im Innern eines offenen rechteckigen Kanals und scheut die Mühe nicht, die Ergebnisse seiner Messungen sowohl tabellarisch als auch graphisch aufzutragen, wodurch die Schrift sehr an Uebersichtlichkeit gewinnt und daher wärmstens empfohlen werden kann.

München, den 10. Mai 1926. (W. 760.) Schilhansl.

Wasserkraftausnützung in Bayern. Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde, Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung. 313 Seiten mit 155 Abb. und 5 zweifarbigen Beilagen. — München 1926, Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde. Preis in Leinen geb. M. 20.—, zu beziehen daselbst.

Die Statistik der Wasserkraftnutzung in Deutschland bot bisher hinsichtlich dessen, was dem Fachmann wichtig und was energiewirtschaftlich auswertbar ist, im Vergleich zu manchen anderen Ländern recht wenig bezüglich Vollständigkeit und Ordnung. Mit dem vorliegenden unter Oberleitung und Mitwirkung von Geheimem Rat Freytag entstandenen Werk füllt die bayerische Oberste Baubehörde für Bayern diese Lücke in gründlichster Weise aus und bringt eine Statistik, die nicht aus mehr oder weniger inkommensurablen Zahlenreihen besteht wie zumeist, sondern energiewirtschaftliche und technische Grundlagen bietet.

Nach einer kurzen über den Charakter der bayerischen Wasserkräfte unterrichtenden Einleitung wird die Geschichte der staatlichen Förderung der Wasserkraftausnützung entwickelt, die 1908 mit der Errichtung der Abteilung der Obersten Baubehörde für Wasserkraftausnützung beginnt und ihren Aufgabenkreis wie ihre Arbeiten ständig erweiterte, rückschauend durch Katastrierung und Beschreibung, vorarbeitend durch Projektbearbeitungen. Von weitgreifender Bedeutung sind die Ausführungen über den Generalplan für Ausbau und Verwertung der bayerischen Großwasserkräfte,[1]) welcher die Richtlinien für die Sicherstellung des zukünftigen Energiebedarfes zur Allgemeinversorgung, für Bahnen und für die freie Verwertung der elektrochemischen Industrie gibt unter Berücksichtigung der Auswahl der Kräfte insbesonders hinsichtlich des Ausgleiches der Kraftdarbietung und des Ueberschusses in hydrographisch extremen Jahren; die Notwendigkeit der Ueberschreitung der Landesgrenzen wird klar ausgesprochen, also eine wirkliche Energiewirtschaft angestrebt. 770 000 kW mittlerer Leistung sind für Allgemeinversorgung und Bahn, 340 000 kW für die chemische Industrie vorgesehen. — Es folgt die Entwicklung des Wasserkraftausbaues in Bayern mit Statistiken über die Anlagen von 500 PS Ausbauleistung an aufwärts, insgesamt 113 Anlagen mit 446 883 PS mittlerer Leistung und 745 446 PS Ausbauleistung, wovon noch im Bau 91 000 PS stehen. Neben zeitlicher Ordnung der Anlagen sind dieselben auch nach ihrer Größe und — hier erstmalig und von besonderem Wert — flußgebietsweise nach dem Verwendungszweck der Kraft in den Gruppen: Allgemeine Elektrizitätsversorgung, Bahn, elektrochemische und metallurgische Industrie, Papier- und Holzstoffindustrie, Textilindustrie, sonstige Verwertung, geordnet unter Angabe der Ausbau- und Mittelleistungen.

Hieran schließt sich auf 280 Seiten der beschreibende Teil der größeren bayerischen Wasserkraftanlagen in kurzen Monographien, nach Flußgebieten geordnet. Jedem Flußgebiet ist eine Karte desselben und ein allgemeiner Teil über die hydrographischen Grundlagen, die Vorbedingungen zur Ausnutzung, über die bisherige Ausnützung und über weitere Nutzungsmöglichkeiten und Projekte vorangestellt als Zusammenfassung des Vorhandenen und des noch Möglichen, zugleich Anhaltspunkt für weitere Projektierungen. Die einzelnen Kraftanlagen sind unter Angabe der grundlegenden technischen Daten für den hydraulischen, maschinellen und elektrischen Teil, der Baugeschichte, Kraftverwertung, der Planverfasser und Erbauer-Firmen und mit Wiedergabe von sehr guten Abbildungen textlich beschrieben, durch Literatur- und Kostenangaben vervollständigt. Dieser letzte Teil bietet ebenfalls viel des Interessanten.

Das Werk vermittelt eine abgeschlossene Uebersicht in technischer und wirtschaftlicher Beziehung über den hohen Stand der Ausnützung dieser Naturschätze Bayerns und über deren zielbewußte Förderung unter dem Gesichtspunkt wirtschaftlicher Einheitlichkeit, zur bestmöglichen Auswertung ohne Einseitigkeit und ohne Monopolisierung. Die knappe, aber trotzdem alles Wesentliche enthaltende Form ist ebenso hervorzuheben wie die drucktechnische Ausstattung und die Auswahl und Ausführung der Abbildungen. (W. 846.) Ing. C. Reindl.

[1]) Vgl. dieses Heft, S. 232 u. 233, woraus die dort gezeigte Karte verkleinert entnommen ist. — Die Kraftleistungspläne von Isar, Inn, Lech und Iller sind dem Buche ebenfalls beigegeben.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 20 **München, 15. Oktober 1926** **21. Jahrgang**

Formelzeichen in der Hydraulik.

Vom Hydraulikausschuß des Vereins Deutscher Ingenieure sind in Zusammenarbeit mit Vertretern der Hydraulik, des Wasserbaues und Schiffbaues, des Normenausschusses der deutschen Industrie und der interessierten Verbände einheitliche Zeichen und Bezeichnungen aufgestellt worden, die als Entwürfe in der Zeitschrift „Die Wasserkraft" vom 1. Dez. 1925, Heft 23, veröffentlicht und außerdem den Fachleuten persönlich zugesandt wurden. Nach Stellungnahme der Fachkreise sind die Zeichen auf einer Sitzung des erweiterten Hydraulikausschusses am 26. April 1926 endgültig festgelegt, insofern, als sie der internationalen Weltkraft-Konferenz als einheitlicher deutscher Vorschlag unterbreitet werden sollen. Bis zu einer internationalen Regelung sollen diese Zeichen in Deutschland bei wissenschaftlichen Arbeiten dieser betreffenden Gebiete benutzt werden. Diese Zeichen, die zur allgemeinen Kritik bereits veröffentlicht waren, sollen auch in das Normensammelwerk aufgenommen werden; ein Normblatt ist in Vorbereitung.

In Erledigung des vom erweiterten Hydraulik-Ausschuß des Vereins Deutscher Ingenieure aufgestellten und den Fachkreisen zur Stellungnahme vorgelegten Entwurfes einheitlicher Zeichen und Bezeichnungen[1] fand am 26. April 1926 im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure eine abschließende Aussprache statt.

Herr Geheimrat Professor Reichel-Charlottenburg eröffnete die von Vertretern der Hydraulik, der Aerodynamik, des Wasserbaues und des Schiffbaues, des Normenausschusses der deutschen Industrie und der interessierten Verbände besuchte Sitzung mit der Bitte, alles Entbehrliche in der neuen Fassung fortzulassen und nur das für die Hydraulik und deren Grenzgebiete Wichtigste so zu fassen, daß die Vorschläge der Deutschen Sektion für die Weltkraftkonferenz als deutscher Entwurf für internationale Regelung vorgelegt werden können.

Im Laufe der gründlichen Aussprache wurde besonders betont, daß die alt eingebürgerten Zeichen schon aus gedanken-ökonomischen Gründen möglichst beibehalten werden sollten, daß anderseits aber Bezeichnungen, welche bereits international angenommen sind oder wenigstens in weitem Umfang im Ausland ebenfalls angewendet werden, aufgenommen werden müssen. Es ist unvermeidlich, daß z. T. altgewohnte Zeichen aufgegeben werden müssen, wenn die bitter notwendige Einheitlichkeit wenigstens in den genannten Gebieten der Wissenschaft erreicht werden soll. Gleiche Zeichen für verschiedene Begriffe verschiedener Wissensgebiete können, soweit diese Gebiete nicht in die Hydraulik eingreifen, und eine Kollisionsgefahr nicht besteht, ohne Nachteil beibehalten bleiben. An Hand des seinerzeit veröffentlichten Entwurfes wurden die einzelnen Zeichen und Bezeichnungen mit den eingewendeten Aeußerungen nochmals besprochen und die hierunter veröffentlichte endgültige Fassung angenommen.

[1] „Wasserkraft" vom 1. 12. 25. Heft 23.

Einheitliche Bezeichnungen in der Hydraulik nach der Festsetzung vom 26. April 1926.

Q = Wasservolumen in der Sekunde (m^3/Sek.), somit Q der Wasserverbrauch bei 1 m Gefälle.

V = Wasserinhalt (eines Gefäßes).

γ = Gewicht der Volumeneinheit.

g = Erdbeschleunigung.

H = Gefälle (m).

H_n = Betriebsgefälle (Gefälle abzüglich der Rinnverluste oder manometrisches Gefälle zuzüglich Geschwindigkeitshöhe[2])

p = Druckkraft je Flächeneinheit.

p_d = Staudruck (in der Aerodynamik z. Zt. q)

$$= \frac{\text{Geschwindigkeitsquadrat} \times \text{Gewicht d. Volumeneinheit}}{2 \times \text{Erdbeschleunigung}}$$

F = Fläche, daneben O = Oberfläche.

F_p = Projektion der Fläche.

P = Kraft, z. B. P_a die Komponente von P senkrecht zur maßgebenden Geschwindigkeit (Auftrieb, Quertrieb), (daneben A in der Aerodynamik),

P_w die Komponente von P in Richtung der maßgebenden Geschwindigkeit (Widerstand), (daneben W in der Aerodynamik und im Schiffbau.)

S = Propellerschub (im Schiffbau).

$\zeta = \frac{P}{F \cdot p_d}$ = Beiwert einer Kraft (in der Aerodynamik z Zt. c)

$\zeta_a = \frac{P_a}{F \cdot p_d}$ = Beiwert des Auftriebes,

$\zeta_w = \frac{P_w}{F \cdot p_d}$ = Beiwert des Widerstandes.

[2] Vgl. die „Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen", herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure und vom Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband e. V., Berlin, 1926.

Digitized by Google

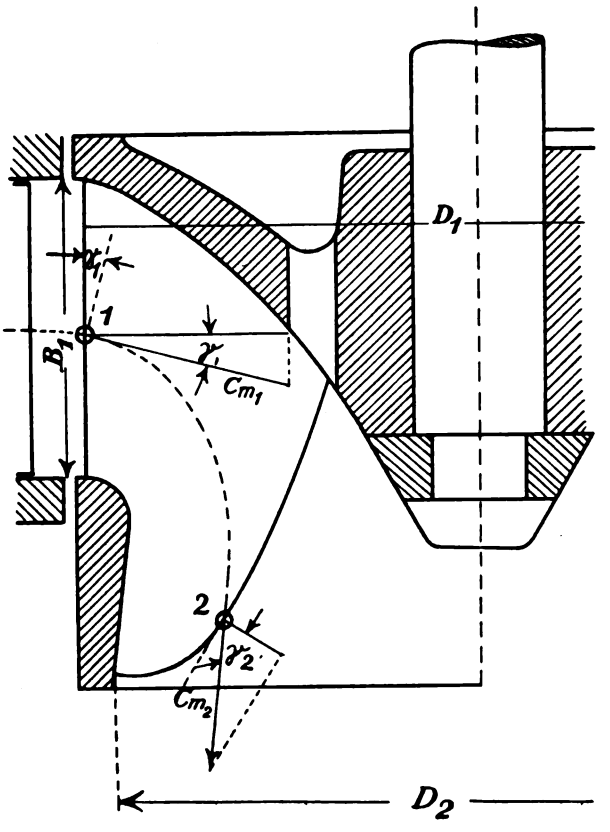


Abb. 1a. Die kennzeichnenden Punkte und Maße einer Francisturbine.

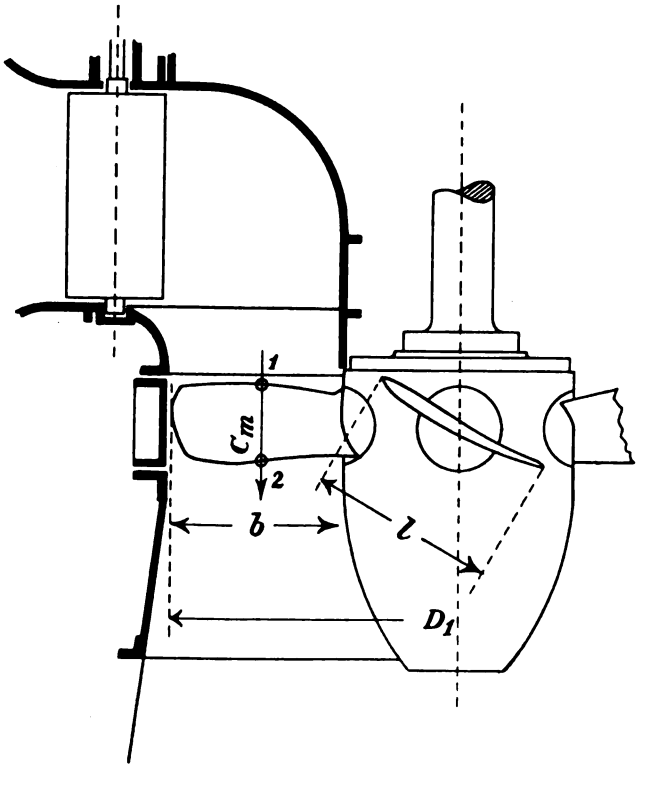


Abb. 1b. Die kennzeichnenden Punkte und Maße einer Propellerturbine.

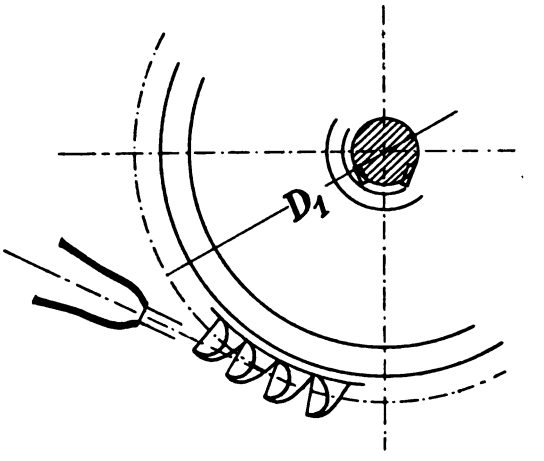


Abb. 1c. Die kennzeichnenden Punkte und Maße einer Freistrahlturbine.

ω = Winkelgeschwindigkeit.

u = Umfangsgeschwindigkeit (siehe Abb. 2).

c = absolute Geschwindigkeit innerhalb einer Strömungsmaschine (im Wasserbau v),

c_m = Meridionalkomponente d. absoluten Geschwindigkeit,

c_u = Umfangskomponente der absoluten Geschwindigkeit,

c im Wasserbau = Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Wellen, Schwall u. dgl.,

v im Wasserbau = Wassergeschwindigkeit in der Hauptbewegungsrichtung.

v = absolute Fahrzeuggeschwindigkeit (z. B. in Schiffbau und in der Aerodynamik),

w = Relativgeschwindigkeit.

α, β, γ = Winkel der Wassergeschwindigkeiten (Abb. 1—3).

$\alpha', \beta',$ = Schaufelwinkel (Abb. 3).

N = Leistung (in PS, kW oder mkg/Sek.)

N_i = ideelle Leistung (in PS, kW oder mkg/Sek.)

η = Gesamtwirkungsgrad.

η_h = hydraulischer Wirkungsgrad,

η_m = mechanischer Wirkungsgrad.

n = Drehzahl (in der Minute, sonst besonders anzugeben), daneben n_I Drehzahl auf 1 m Gefälle bezogen,

n_s = spezifische Drehzahl, [3]) das ist die unter 1 m Gefälle erzielte Drehzahl der 1 PS-Turbine

$$= \frac{n \cdot \sqrt{N}}{\sqrt[4]{H^5}} = n_I \cdot \sqrt{N_I}$$

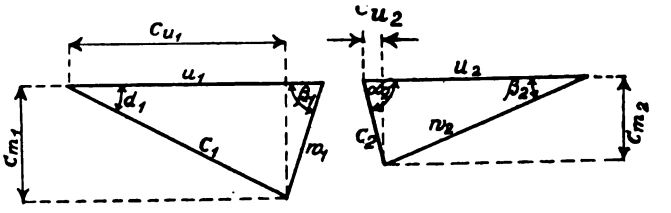


Abb. 2. Die Winkel und Geschwindigkeiten im Diagramm.

[3]) Ueber die dimensionslosen Kennziffern K_N, K_Q und K_ω für Wasserturbinen siehe „Wasserkraft-Jahrbuch 1924", S. 602.

Digitized by Google

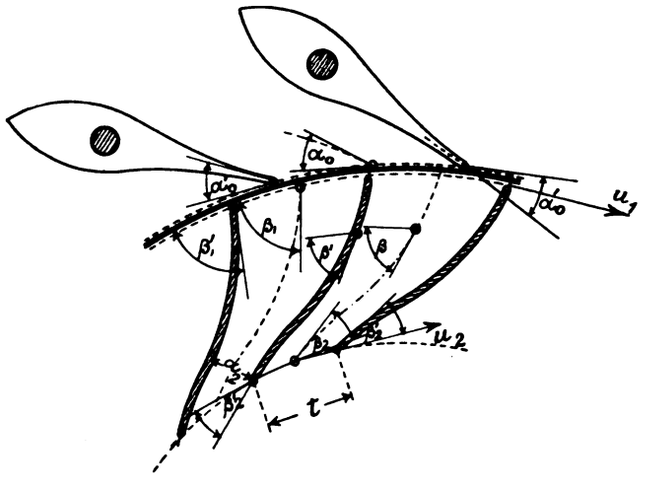


Abb. 3. Die Winkel und Geschwindigkeiten in der Turbine.

a = Schaufelweite.
b = effektive Schaufelbreite, senkrecht zur Wassergeschwindigkeit gemessen.
Zeiger 1 für Laufrad-Eintritt
Zeiger 2 für Laufrad-Austritt
B_1 = axiale Eintrittsbreite (siehe Abb. 1a).
l = Schaufellänge in der Strömungsrichtung (s. Abb. 1b).
D = Durchmesser, insbes. bei Ueberdruckturbinen (siehe Abb. 1a und b):
D_1 = größter Laufradeintrittsdurchm. oder größter Durchmesser über die Flügelspitzen bei Propellern;
D_k = Kranzdurchmesser (Einschnürungsdurchmesser) an der engsten Stelle des Laufradkranzes.
bei Druckturbinen (siehe Abb. 1c):
D_1 = Strahlkreisdurchmesser.
D_2 = größter Laufradaustrittsdurchmesser; beides wird an den Schaufelkanten gemessen;
z = Schaufelzahl.
t = Teilung; Zeit in Sekunden.

Diese Vereinheitlichung der Zeichen und Bezeichnungen wird von den beteiligten Kreisen lebhaft begrüßt werden und dem schon bei der Eröffnung zum Ausdruck gekommenen Wunsche nach möglichster Ersparnis an unnötiger Gedankenarbeit und an Umgewöhnung Rechnung tragen. Insbesonders wird sehr viel verlorene geistige Energie gespart bei allen, die auf den Grenzgebieten der Einzelzweige der Strömungswissenschaft arbeiten.

Der Hydraulikausschuß und der V. D. I. dankt allen Herren, die sich der Mühe unterzogen haben, zum Zustandekommen der einheitlichen Zeichen beizutragen. (W. 758.)

gez.: E. Reichel, Prandtl, Föttinger.

Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

Von Dr.-Ing. Rudolf Tillmann, Wien.

(Fortsetzung aus Heft 18, S. 224.)

Die Spesenziffer φ (s. Gl. 27) kann in der Form

$$\varphi = \frac{100 + a}{\beta}\left(1 + \frac{\varepsilon}{p}\,\mathfrak{p}\right) \quad \ldots\ldots (58)$$

dargestellt werden, worin

$$\mathfrak{p} = \left[\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T - 1\right]\left[\frac{p}{100}\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T\right]^{-1} \quad (59).$$

Die Sonderwerte von $\mathfrak{p}$ können mit den Argumenten p und T aus Abb. 3 entnommen werden. Aus dem gegebenen Interkalarsatz a, dem eingeschätzten Vonhundertsatz ε der jährlichen Nebenauslagen, dem Begebungskurs β in % und dem aus Tafel 2 abgegriffenen $\mathfrak{p}$-Werte kann φ leicht berechnet werden.

Die vorbesprochenen Größen erscheinen alle als Faktoren in den Festwerten $\Delta\varkappa$ und $\mathfrak{K}_n$ der Gleichung (47'). Diese Konstanten können demnach ohne Schwierigkeit mittels des Rechenschiebers gefunden werden und ermöglichen im Verein mit den Druckziffern $\varkappa$ nach Gleichung (47') die logarithmische Berechnung der günstigsten Lichtweite für jeden Teilstrang. Zur Vereinfachung dieses Vorganges diene die Fluchtentafel Abbild. 4. Mit geradlinigem Zeiger kann über $\varkappa + \Delta\varkappa$ und $\mathfrak{K}_n$ der gesuchte D-Wert abgelesen werden. Der Abstand der Leitern für $\varkappa + \Delta\varkappa$ und D ist dreimal so groß gewählt, wie der zwischen der D- und der $\mathfrak{K}_n$-Leiter. Aus den nomographisch gefundenen D-Werten und dem früher angenommenen σ-Werte können sodann die Wandstärken δ der Rohre nach Gleichung (2) ermittelt werden. Die beschriebene erstmalige Berechnung von D und δ liefert naturgemäß nur Näherungswerte dieser Größen. Führt man dieselben in die Formeln (11) bis (14) ein und beachtet ferner die Gleichungen (7) bis (10) und (15), so gelangt man zu genaueren Werten der zulässigen Spannung σ, deren Mittelwert man für jeden Teilstrang gleicher Lichtweite berechnen und zur Grundlage einer neuerlichen Rohrbemessung, allenfalls getrennt, für den Fall offener und gedeckter Verlegung, wählen soll.

Mit den zuerst gefundenen Näherungswerten von D lassen sich die zu erwartenden Strömungsgeschwindigkeiten genähert bestimmen und mit diesen die anfänglich geschätzten dynamischen Drucksteigerungen nach Gleichung (1) überprüfen und, wenn nötig, für die oben beregte zweite Durchrechnung der Leitung verbessern.

Auf Grund der genaueren Werte für h und σ ergeben sich bei der zweiten Bemessung geänderte $\varkappa$-, $\Delta\varkappa$- und $\mathfrak{K}_n$-Werte für jeden Teilstrang, die unter Benutzung von Abb. 4 zu neuen D- und weiterhin auch zu anderen δ-Werten führen.

Mit der Wahl einer Mindestwandstärke δmin erscheinen auch die Festwerte χ und $\mathfrak{K}_0$ (s. Gleichungen 52 u. 51') gegeben. Die Auswertung der Gleichungen (53) und (52') zur stufenweisen Ermittlung des günstigsten Durchmessers D_0 für die oberste Rohrstrecke erfolgt, da es sich um die Berechnung nur einer Größe handelt, zweckmäßig auf logarithmischem Wege. Aus den Gleichungen (54) und (55) folgen die Grenzdruckhöhen h_k und $h_{k,1}$.

Digitized by Google

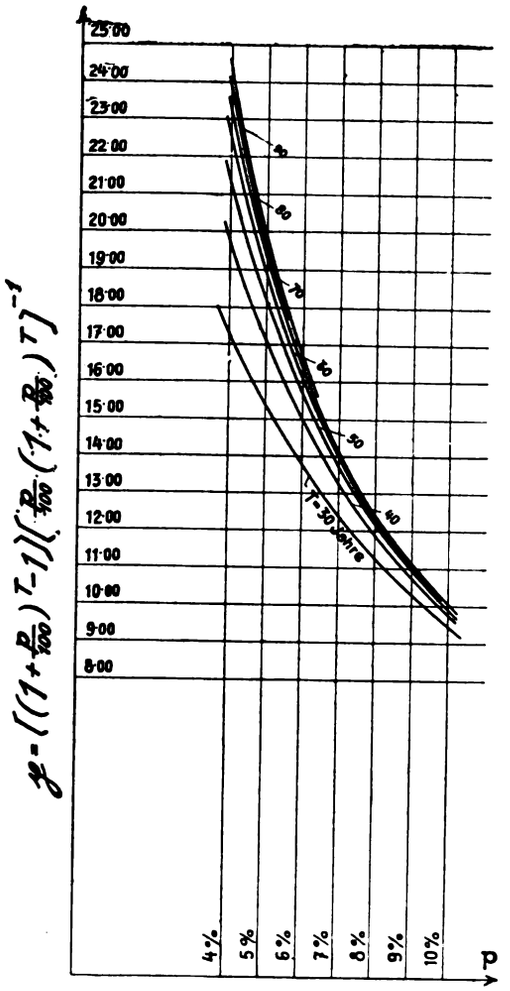


Abb. 3. Schaubilder zur Bestimmung von $\mathfrak{p} = f(p, T)$ in der Spesenziffer φ.

Die rechnungsmäßig gefundenen D- und D_0-Werte sind so auf- bzw. abzurunden, daß sie durch 50 mm ohne Rest teilbar sind.

Die Entscheidung über die Wahl offener oder gedeckter Verlegung kann, wenn nicht die besonderen Verhältnisse eine der beiden Verlegungsarten von vornherein bedingen, durch Gegenüberstellung der sich auf die ganze Rohrleitung beziehenden Summen aus Rohr-, Unterbau- und Ersatzstromkosten (in Anfangskapitalswerten) für beide Einbaufälle erfolgen. Diese Summen lauten, entsprechend Gleichung (45), wenn die auf die gedeckte Verlegungsart bezughabenden Größen mit dem Zeiger 1 bezeichnet werden, wie folgt.

für offene Verlegung:

$$\mathfrak{S} = \varphi \left[\gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi\, k_e \Sigma D \delta l + k_u \Sigma D^2 L \right] + \\ + 972\,000\, (\eta_s O^3 Q_T)_m P \Lambda \Sigma D^{-5,1} L \quad \ldots (60),$$

für gedeckte Verlegung:

$$\mathfrak{S}_1 = \varphi_1 \left[\gamma_e \left(1 + \frac{Z}{100}\right) \pi\, k_e \Sigma D_1 \delta_1 l + k_{u,1} \Sigma D_1^2 L \right] + \\ + 972\,000\, (\eta_s O^3 Q_T)_m P \Lambda \Sigma D_1^{-5,1} L \quad \ldots (60')$$

Ist $\mathfrak{S}_1 < \mathfrak{S}$, so ist unbedingt zur gedeckten Verlegung zu greifen. Aber auch andernfalls kann, wenn der Unterschied $\mathfrak{S}_1 - \mathfrak{S}$ nicht groß ist, wegen des besseren Schutzes gegen Frost und äußere Beschädigungen, die Anwendung dieser Verlegungsart geboten erscheinen.

Nach erfolgter Rohrbemessung kann der zu erwartende Reibungsverlust in der Leitung berechnet werden. Aus der Geschwindigkeitsformel $v = \lambda R^{0,7} J^{0,5}$ folgt das Reibungsgefälle

$$J\ (^0/_{00}) = \left(\frac{11330\, Q^2}{\lambda^2}\right) D^{-5,1} = k D^{-5,1} \quad \ldots (61)$$

Für die Auswertung dieser Beziehung sind in Tafel 3 zwei Funktionsleitern für λ und J gegeben, welche mit der D-Skala durch einen geradlinigen Zeiger zusammenhängen. Der gesamte Reibungsverlust ist durch die über die ganze Leitung genommene Summe $\Sigma J \frac{L}{1000}$ bestimmt. Das Eisengewicht der ganzen Leitung ergibt sich aus:

$$\mathfrak{G}_e = \pi\, \gamma_e \Sigma \left(1 + \frac{Z}{100}\right) (D + \delta)\, \delta\, l \quad \ldots (62).$$

Die gefundenen Rohrabmessungen ermöglichen auch eine Ueberprüfung des ursprünglich gewählten Gewichtszuschlages Z. Der Eisenpreis k_e ist derzeit starken Schwankungen unterworfen, so daß im Zuge der Entwurfsbearbeitung eines Wasserkraftwerkes diese Zahl nur geschätzt werden kann. Die darauf gegründete Rohrbemessung ist daher nicht immer endgiltig, sondern bildet nur die Grundlage für die Anbotausschreibung an die konkurrierenden Rohrlieferfirmen. Erst unmittelbar vor dem Zuschlag der Lieferung auf Grund eines vereinbarten Eisenpreises liegt k_e genau fest. Weicht diese Zahl von der ursprünglichen Annahme erheblich ab, so muß mit dem neuen Werte die Bemessung der Falleitung nach dem oben beschriebenen Vorgange wiederholt werden. Die so gefundenen Abmessungen sind dann endgiltig. Bemerkt sei noch, daß unter gleichen wirtschaftlichen Verhältnissen wassergasgeschweißte Falleitungen genieteten vorzuziehen sind, weil erstere die bessere Gewähr für die dauernde Dichtheit bieten und der Rostgefahr in geringerem Maße ausgesetzt sind. Bei Wandstärken über 30 mm kommen nur geschweißte Rohre in Betracht (s. Rümelin Th., a. a. O., S. 98 ff).

Zur Veranschaulichung des gegenständlichen Rechnungsganges ist nachstehend ein vom Verfasser bearbeiteter praktischer Sonderfall durchgerechnet.

Anwendungsbeispiel.

Für eine hydroelektrische Kraftzentrale soll die Turbinenfalleitung bemessen werden (s. Abbildung 1).

A) Bemessungsgrundlagen.

1. Rohrbaustoff: Siemens-Martin-Flußeisen, Zerreißfestigkeit σ_z = 3400—4100 kg/cm², Mindestdehnung beim Bruch = 25%.
   γ_e = 8000 kg/m³.
2. Rohrbauart: wassergasgeschweißt.
   Gütegrad der Schweißnaht a = 85 (%).
3. Baulängen der Einzelrohre: Von oben l = 10,000 m bis unten l = 6,500 m, so daß das Rohrgewicht unter 4000 kg bleibt (Tragkraft des Rohraufzuges). $\frac{L}{l} \sim n$ (ganze Zahl).

Digitized by Google

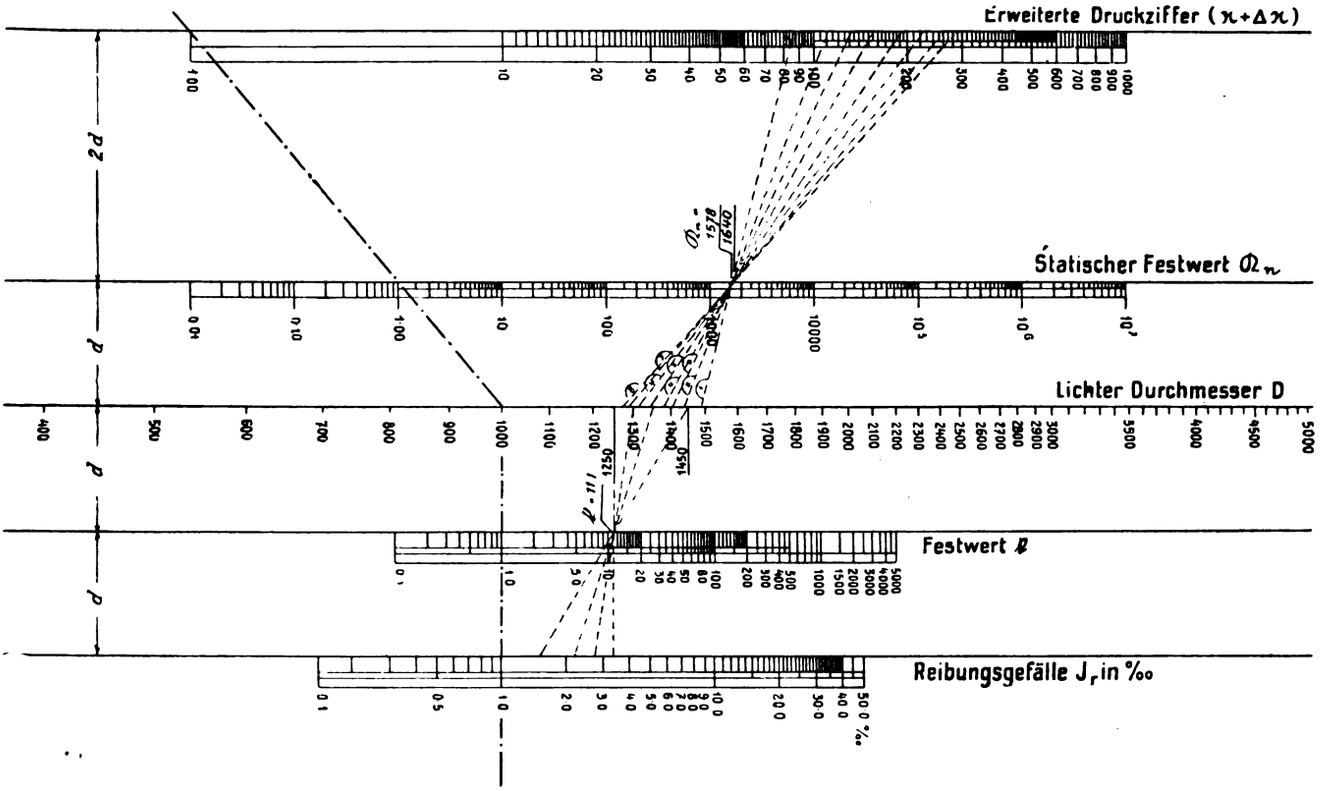


Abb. 4. Fluchtentafel zur wirtschaftlichen Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

4. Rohrverbindungsart: normal und für die Berechnung maßgebend Nietmuffen, bei den Krümmern Bundflanschen mit Doppeldichtung. Gewichtszuschlag für Rohrverbindungen von Z = 2½ (%) bei l = 10 m, bis Z = 4 (%) bei l = 6,5 m.

5. Mindestwandstärke δ_{min} = 8 mm = 0,008 m.

6. Verlegungsart: Durch die besonderen Verhältnisse war im gegenständlichen Falle die gedeckte Verlegung ohne Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit von vornherein gegeben. Ueberschüttungshöhe 1,00 m über Rohrscheitel.

7. Mittelwert der Jahresganglinie für $(\eta_s Q^3)_{Q_T}$: Da die gesamte Erzeugung des Werkes jederzeit restlos abgenommen werden kann, läßt sich die Jahresganglinie durch die Dauerlinie ersetzen. Die Durchflußmenge Q ist im gegebenen Falle mit der Aufschlagwassermenge Q_T identisch. Die größte Wassermenge Q = 2,66 m³/sec ist durchschnittlich an 265 Tagen im Jahr mit einem Gesamtwirkungsgrad von η_s = 0,695 verarbeitbar, während an den restlichen 100 Tagen die Wassermenge bis 1900 m³/sec und der Wirkungsgrad η_s bis 0,638 nahezu linear sinkt.

Es ist dann:
$$\begin{array}{r} 0{,}695 \cdot 2{,}66^3 \cdot 265 = 13{,}07 \cdot 265 = 3460 \\ 7{,}27 \cdot 100 = \quad 727 \\ \hline (\eta_s Q^3)_m \cdot 365 = 4187 \end{array}$$

und $(\eta_s Q^3)_m = \frac{4187}{365} = 11{,}47$ m³ sec⁻³.

8. Rauhigkeitsverhältnisse der Rohrinnenwand (s. Tabelle 3.)

Glättezahl zu Betriebsbeginn: $\lambda = 100$ (m^{0,3} sec^{-1}).

Verrauhung in 20 Jahren: $\rho = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 20\%$.

9. Wertfaktor A des Reibungsverlustes. Rechnungsmäßige Betriebsdauer T = 50 Jahre. Zinsfuß p = 10 % (im Durchschnitt der 50jährigen Periode).

$$A = \frac{S u}{\lambda_0^2} = \frac{(A+B)\,(1-0{,}20)^{-2}}{100^2} = \frac{A+B}{6400} \quad \text{(s. Gl. 57)}$$

und nach Abb. 2:

$$A = \frac{7{,}85}{6400} = 0{,}001227.$$

10. Spesenziffer.

Zwischenzinssatz α = 12%.

Begebungskurs β = 100%, da im gegebenen Fall das Kapital von einer öffentlichen Körperschaft ohne Abzüge beigestellt wird.

ε = 0, weil es sich um eine gedeckte Leitung handelt.

Demnach ist $\varphi = \frac{100+12}{100} = 1{,}12$.

In verwickelteren Fällen kann mit Vorteil von Abb. 3 Gebrauch gemacht werden.

11. Ersatzstromkosten: P = 0,04 GK/KWh (1 österr. Goldkrone = 0,206 Dollar).

12. Eisenpreis ke = 0,60 GK je 1 kg fertig montierter Leitung mit allen Nebenauslagen.

13. Strangeinteilung (Nr. 1 bis 8), Druckverhältnisse (h) und Vorbemessungsergebnisse

Digitized by Google

$(\overline{D}, \overline{\delta})$ siehe Abb. 1. Die größte hydrodynamische Drucksteigerung ist nach Angabe der Turbinenlieferfirma mit 20% des größten Ruhedruckes in Rechnung zu stellen.

14. Bestimmung der in den einzelnen Teilsträngen durchschnittlich zulässigen Zugspannungen.

$\sigma_{z,\,min} = 3400$ kg/cm²,

$\sigma_{p,\,min} = 1800 \cdot \frac{3400}{4100} = 1490$ kg/cm².

Im Hinblick auf die Gl. (5) und (6) und die Wandstärken $\overline{\delta}$ aus der Vorbemessung ist die folgende Tabelle 4 zu verstehen.

Tabelle 4.

Strang Nr.	$\overline{\delta}$ (mm)	$1-\frac{1}{\delta}$	σ' (kg/cm²)	σ'' (kg/cm²)
1	8	7/8	1304	1109
2	8	7/8	1304	1109
3	8	7,8	1304	1109
4	9	8/9	1324	1125
5	11	10/11	1354	1151
6	13	12/13	1374	1169
7	15	14/15	1390	1181
8	16	15/16	1396	1187

Schluß folgt. (W. 555.)

Das dynamische Grundgesetz in seiner Beziehung zu den Abflußgesetzen.

Eine Bemerkung zum gleichnamigen Artikel von Herrn van Rinsum (diese Zeitschrift 1926, H. 6, S. 55).

Nach den Untersuchungen von van Rinsum würde das elliptische Verteilungsgesetz der Geschwindigkeiten in einer Lotrechten weitaus besser mit den Messungen übereinstimmen als die logarithmische Linie Iasmunds. Man kann jedoch mit den Entwicklungen von van Rinsum keineswegs übereinstimmen und entgegen seinen Behauptungen soll gezeigt werden, daß ein plausibler Ansatz für die überlagerte Turbulenzgeschwindigkeit v_1 die beobachtete Verteilung ergibt. Ist g die Schwerbeschleunigung, J das Gefälle, ν das kinematische Zähigkeitsmaß, v die Geschwindigkeit der Hauptbewegung, δp ein genügend kleines Element des Radius, so gilt für ein glattes Kreisrohr

$$\frac{\partial}{\partial r}\left\{(\nu + v_1 \cdot \delta p)\cdot \frac{\partial v}{\partial r}\right\} + \frac{1}{r}\cdot(\nu + v_1 \cdot \delta p)\cdot\frac{\partial v}{\partial r} = -Jg = c$$

$$\text{oder } c \cdot \frac{r^2 - R^2}{4} = \int (\nu + v_1 \cdot \delta_r)\cdot\frac{\partial v}{\partial r}\cdot d_r$$

Vernachlässigen wir ν gegen die Turbulenz $v_1 \cdot \delta r$ und setzen wir $v_1 \cdot \delta r = k \cdot R\,(v - v_r)$ so erhalten wir

$\frac{(v-v_r)^2}{(v_{max}-v_r)^2} + \frac{r^2}{R^2} = 1$, also eine Ellipse mit den Halbachsen $v_{max} - v_r$ bzw. R, wobei v_r die an der Grenze der laminaren Wandschichte herrschende Randgeschwindigkeit ist. Und mit der Randbedingung

$$J \cdot g \cdot R = \frac{v_r^2}{2} \text{ ergibt sich}^1)$$

$\frac{v_r}{v_{max}} = 0{,}528$, so daß die Gleichung der Geschwindigkeitsellipse lautet:

$$\left(\frac{v}{v_r} - 1\right)^2 + 0{,}799 \cdot \frac{r^2}{R^2} = 0{,}799$$

In letzter Zeit hat nun J. Nikuradse[2]) in Göttingen sehr genaue Messungen gemacht an einem glatten Messingrohr von 2.8 cm lichter Weite, so daß als Ellipsengleichung gilt bei $v_{max} = 9{,}41$ m/sec (siehe Messung), also

$$v_r = 0.528\ v_{max} = 4{,}97 \text{ m/sec}$$

$\left(\frac{v}{4{,}97} - 1\right)^2 + 0{,}4076\,r^2 = 0{,}799$, wo r die Entfernung von der Mitte ist.

Die gerechneten Werte stimmen bis auf die laminare Wandschicht ausgezeichnet mit den Messungen, die relativen Unterschiede sind nur von der Größenordnung 10^{-3}, siehe folgende Tabelle:

Abstand von der Wand R − r in cm	Messung von Nikuradse v = m/sec	Berechnet nach obiger Gleichung v = m/sec	$\frac{\Delta_v}{v}$
0,026	5,24	5,82	+ 0,149
0,051	6,08	6,15	+ 0,0115
0,077	6,44	6,43	— 0,0016
0,115	6,83	6,73	— 0,0146
0,153	7,05	6,99	— 0,0084
0,229	7,40	7,40	0,000
0,305	7,70	7,74	+ 0,0052
0,457	8,26	8,25	— 0,0012
0,609	8,64	8,63	— 0,00115
0,761	8,94	8,92	— 0,0022
0,913	9,13	9,13	0,0000
1,065	9.22	9,28	+ 0,0065
1,217	9,41	9,37	— 0,0042
1,369	9.39	9,41	+ 0,0021

Wien, im Mai 1926.

Prof. Dr. J. Kozeny,
Hochschule für Bodenkultur.

(W. 763).

[1]) Siehe J. Kozeny, Ueber turbulentes Fließen bei glatten Wänden. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, Bd. 5, 1925, S. 244—250.

[2]) Siehe J. Nikuradse, Untersuchungen über die Geschwindigkeitsverteilung. Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 281, Berlin 1926.

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft.

Die bayerischen Wasserkraftanlagen.

Im Zusammenhang mit dem von der Obersten Baubehörde herausgegebenen Werk „Wasserkraftausnützung in Bayern“[1]) wurden über die kleinen und kleinsten Wasserkraftanlagen in Bayern unter 500 PS Ausbauleistung Erhebungen durch das statistische Landesamt auf Veranlassung des Staatsministeriums des Innern vom 6. Februar 1926 gepflogen, deren Ergebnisse von der Obersten Baubehörde überprüft wurden. Dem eingangs genannten Buch sind auszugsweise die Ergebnisse entnommen:

Gebiet	Zahl der Anlagen	Gesamte Ausbauleistung in PS	Zahl der Anlagen mit Ausbauleistungen bis 10 PS	über 10 bis 100 PS	über 100 bis 499 PS	von 500 bis 4999 PS	mit 5000 und mehr PS
Donaugebiet .	7 461	857 561	4 827	2 314	226	77	17
Rheingebiet .	3 760	67 730	2 712	983	49	16	—
Elbegebiet .	380	8 699	270	100	7	3	—
Wesergebiet .	2	9	2	—	—	—	—
insgesamt Anlagen	11 603	933 999	7 811	3 397	282	96	17
davon:							
ausgebaut	11 578	837 369	7 802	2 389	278	94	15
im Bau	25	96 630	9	8	4	2	2
Gesamtleistung der Anlagen PS			35 868	95 133	57552	144846	600600

Von den ausgebauten Anlagen stehen zurzeit 485 mit einer gesamten Ausbauleistung von 5 471 PS außer Betrieb.

Was die Art des Wassermotors anlangt, so haben

7 371 Anlagen nur Wasserräder,
3 873 „ nur Turbinen,
360 „ Wasserräder und Turbinen. (W. 833.)

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Amerika schildert Jahncke auf Grund einer Studienreise in den Vereinigten Staaten in großen Zügen. Bemerkenswert erscheint, daß der Arbeitsverbrauch auf den Kopf der Einwohnerschaft in den großen Städten Amerikas das 6—10fache des in unseren Großstädten üblichen Verbrauches beträgt, was neben der reichlicheren Beleuchtung auch in den viel intensiveren Verkehrsmitteln auf und unter den Straßen sowie zwischen den Städten und ganz besonders auch durch Personen- und Lastenaufzüge in den hohen Gebäuden seinen Grund hat, abgesehen von der außerordentlichen regen Werbetätigkeit der dortigen Werke für die Elektrizitätsverwertung auch im Hause.

Trotz der in den Vereinigten Staaten verhältnismäßig (etwa am Arbeitslohn gemessenen) viel niedrigeren Kohlenpreise und der leichten Kohlenbeschaffung und Wasserversorgung der Dampfkraftwerke an großen Flüssen betreiben die maßgebenden Elektrizitätsgesellschaften den Ausbau der Wasserkräfte in einer außenordentlich intensiven Weise. Schon zur Zeit der Berichterstattung (1925) beträgt der Anteil der Wasserkraftarbeit für die öffentliche Versorgung in den Vereinigten Staaten 37% der Gesamtarbeit (gegen derzeit etwa 12% bei uns). (Die neueste amerikanische Statistik für Mai 1926 zeigt gegenüber dem Mai 1925 eine Steigerung der Gesamtarbeit der öffentlichen Elektrizitätswerke um 13%, dagegen eine Steigerung des Wasserkraftanteiles hieran um 18%, so daß der Wasserkraftanteil im Mai 1926 sich auf 42% gegen 58% Wärmekraftarbeit beläuft. Die Schriftltg.) Die Edison-Gesellschaft bearbeitet für die Fernversorgung von Neuyork zwei große Wasserkraftprojekte, aus den Niagarafällen und vom Lorenzostrom, welche gegenüber einem dritten Projekt mit Fernübertragung von Kohlenstrom aus Pennsylvanien als bevorzugt gelten. Boston wird ebenfalls eine Fernversorgung vom Lorenzostrom her erhalten und St. Louis wird seit 13 Jahren mit 100 kV in zufriedenstellender Weise über 250 km von der Wasserkraftanlage Keokuk am Mississippi versorgt und will diese Fern-Wasserkraftversorgung noch ausbreiten. Ueber das super-power-System hinaus, welches die Verknüpfung der Netze verschiedener Gesellschaften ausdrückt, geht man zum giant-power-System über, das die Uebertragung auf weiteste Entfernungen von großen Kraftwerken auf natürlichen Energiequellen aus bedeutet und darin insbesondere die Wasserkräfte einschließt. Die Richtung geht zur Aufrechterhaltung der Einheitlichkeit der keine politischen Grenzen kennenden Energieausnutzung auf eine „Federal-Commission“ hin, welche die gesamte Energiewirtschaft überblicken und kontrollieren und von Einzelinteressen freihalten soll, ähnlich wie die im Jahre 1920 geschaffene „Federal Power Commission“ die Wasserkraftprojekte zu prüfen hat und bis 1923 bereits 16,6 Millionen kW prüfend bearbeitete. Nach neuerlicher Entscheidung sind für die zusammengeschlossenen Elektrizitätsunternehmungen die Antitrustgesetze nicht anwendbar, was die Erkenntnis der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Zusammenschlüsse zeigt.

Selbsttätiger Betrieb von Unterstationen zur Stadt- und Bahnversorgung sowie von Kraftwerken[1]) ist in weitestem Umfang zur Ersparnis von Bedienungskosten und selbst bei Aufwendung erheblichen Anlagekapitals hierfür üblich.[2])

[1]) Vgl. diese Zeitschrift, Heft 19, Seite 227.

[1]) Vorteile und Einrichtungen selbsttätig arbeitender Wasserkraftwerke „Wasserkraft-Jahrbuch“ 1924, Seite 497. — Vgl. ferner diese Zeitschrift 1926, Seite 74, und 1925, Seite 350.

[2]) Bei der stufenweisen Ausnützung von Wasserkräften insbesondere in manchen Städten dürfte die Automatisierung dieser Kraftwerke auch bei uns in Deutschland weitere Beachtung verdienen, als es bisher geschah.

Besitzen Sie schon
das neue Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26?
Inhalt und Preis siehe letzte Umschlagseite.

Digitized by Google

Wasserkraftkonzessionen in Bayern.

Mitteilung Nr. 7 der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung im Staatsministerium des Innern über Entwürfe von Wasserkraftanlagen, die nach den Berichten der Bezirksverwaltungsbehörden zur Durchführung des wassergesetzlichen Verfahrens eingereicht wurden. 1. April 1926 — 31. August 1926.

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebietsfolge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirksverwaltungsbehörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessionsbewerber	Ausbauwassermenge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbauleistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
90	**Lautrach** Bei Legau	Donau, Iller	Elektrizitätswerk bei Legau	Bez.-A Memming. Reg.-Bez. Schwaben	Agathe Sutter in Lautrach	1 50	14,50	217	140	**Laufwerk Doppelspiralturbine**	**Allgemeine Elektrizitäts-Versorgung**	**Neubau**
91	**Hemhofer Mühlbach** Bei der Ortschaft Bach	Donau, Inn, Alz, IschlerAche	Triebwerk bei Bach	Bez.-A. Rosenheim Reg.-Bez. Oberbayern	August Mitterer in Bach, Gemeinde Hemhof	0,06	6,50	3	2	**Laufwerk Oberschlächtiges Wasserrad**	**Sägewerk**	**Neubau**
92	**Litzeldorfer Bach** Von 0,125 km unterhalb des Räsgraoens bis 0,150 km unterhalb Scheitwein	Donau, Inn,	Elektrizitätswerk Litzeldorf	Bez.-A. Kibling Reg.-Bez. Oberbayern	Elektrizitätsgenossenschaft Litzeldorf und Umgebung	0,045	151,70	72	56	**Spitzenwerk Tagesspeicher Freistrahlturbine**	**Allgemeine Elektrizitäts-Versorgung**	**Neubau Siehe Berichtigung und Ergänzung**
93	**Fichtelnaab** 0,540 bis 0,040 km oberhalb des Neubauer Mühlweihers	Donau, Naab	Triebwerk in Neubau	Bez. A. Bayreuth Reg. Bez. Oberfranken	Ambros Fischer in Neubau	0,09	13,24	12	5	**Laufwerk Spiralturbine**	**Allgemeine Elektrizitäts-Versorgung**	**Umbau** Bisherige Leistung $\frac{3\ PS_a}{2\ PS_m}$
94	**Koppenbach** 1,200 km oberhalb der Mündung	Donau, Regen, Weißer Regen	Triebwerk in Ratgeb	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Georg Koller in Ratgeb, Gemeinde Engelshütt	0.045	9,30	5	3	**Laufwerk Spiralturbine**	**Licht- und Kraft-Eigenversorgung**	**Neubau Bereits begonnen**
95	**Freybach** 0,500 km unterhalb des Zusammenflusses des Kalten- u Schicherbaches	Donau, Regen, Chamb	Triebwerk in Neukirchen	Bez.-A. Kötzting Reg.-Bez. Niederbayern	Albert Denk in Neukirchen	0,25	5,53	14	11	**Laufwerk Francisturbine**	**Sägewerk**	**Umbau bereits im Gange In Wegfall kommt die Leistung der alten Wasserrad-anlage mit** $\frac{4\ PS_a}{4\ PS_m}$
96	**Kühbach** Von der Feldwegbrücke 0,500 km unterhalb d. Kreuzung der Distriktsstraße Kirchberg - Zell mit dem Kühbach bis 0,160 km unterhalb der Brücke	Donau, Regen, Rinchnacher Ohe	Fischersäge in der Gemeinde Zell	Bez.-A. Regen Reg.-Bez Niederbayern	Paul Fischer in Fischersäge, Gemeinde Zell	0,18	4,83	7	5	**Laufwerk Oberschlächtiges Wasserrad**	**Mahlmühle und Sägewerk**	**Umbau Bereits im Gange** Bisherige Leistung $\frac{5\ PS_a}{4\ PS_m}$
97	**Rothbach** 0,170 km oberhalb bis 0,280 km unterhalb der Gemeindebrücke Kronhammer	Donau, Regen, Schwarzer Regen	a) Hammermühle b) Kronhammer	Bez.-A. Viechtach Reg.-Bez Niederbayern	a) Josef Achatz b) Amalie Forster	0,500 0.500	1,91 2,50	5 8	4 7	**Laufwerk Je 3 mittelschlächtige Wasserräder**	**a) Mahlmühle und Sägewerk b) Hammerwerk**	**Umbau**
98	**Holzmühlbach** Unmittelbar unterhalb der Mündung des Mühlberger Weihergrabens	Donau, Ilz, Wolfsteiner Ohe Osterbach	Holzmühle in der Gemeinde Harsdorf	Bez.-A. Wolfstein Reg.-Bez. Niederbayern	Marie Nußer in Holzmühle, GemeindeHarsdorf	0 238	5,31	14	6	**Laufwerk 2 Francis-Einradturbinen mit liegender Welle**	**Mahlmühle und Sägewerk**	**Umbau Bereits im Gange Einbau einer zweiten Turbine** Bisherige Leistung $\frac{6\ PS_a}{5\ PS_m}$

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gewässer und Strecke	Flußgebiets-folge	Bezeichnung der Anlage, Ort	Bezirks-verwaltungs-behörde Regierungsbezirk	Eigentümer bzw. Konzessions-bewerber	Ausbau-wasser-menge m³/sec	Mittleres Nutzgefälle m	Ausbau-leistung PS	Mittlere Leistung PS	Art der Ausnützung Wassermotor	Verwertung	Bemerkungen
99	**Mühlberger Weihergraben** Bei Harsdorf	Donau, Ilz, Osterbach, Holzmühlbach	Triebwerk bei Harsdorf	Bez.-A. Wolfstein Reg.-Bez. Niederbayern	Max Feucht in Harsdorf	0,04	3,50	1	1	Laufwerk Oberschlächtiges Wasserrad	Mahlmühle	Neubau Bereits begonnen
100	**Aubach** 6,580 km bis 2,780 km oberhalb des Elektrizitätswerkes Schaibing	Donau, Erlau	Obere Aubach-stufe	Bez.-A. Wegscheid Reg.-Bez. Niederbayern	Graphitwerk Kropfmühl A.-G. München	0,50	51,30	268	213	Laufwerk Spiralturbine mit liegender Welle	Bergwerkbetrieb	Neubau In Wegfall kommt die Aubachmühle mit $\frac{8\ PS_a}{8\ PS_m}$
101	**Mühlbogenbach** Unmittelbar östlich der Ortschaft Obermühlbach	Donau, Bogen	Angermühle	Bez.-A. Bogen Reg.-Bez. Niederbayern	Michael Muhr	0,40	1,80	4	3	Laufwerk Unterschlächtiges Wasserrad	Mahlmühle	Umbau Bereits im Gange
102	**Siegbach** 0,900 km oberhalb der Mündung	Donau, Abens	Triebwerk in Siegenburg	Bez.-A. Kelheim Reg.-Bez. Niederbayern	Alfons Loibl in Siegenburg	0 25	1,00	3	2	Laufwerk Turbine mit stehender Welle	Brauereibetrieb	Umban
103	**Mühlbogenbach** 0,150 km oberhalb der Staatsstraßenbrücke bei Mietraching bis zu dieser Brücke	Donau, Kollbach	Triebwerk bei Mietraching	Bez.-A. Deggendorf Reg.-Bez. Niederbayern	Josef Bleimeier in Bruck, Gemeinde Mietraching	0,414	5,30	22	16	Laufwerk Turbine	Sägewerk	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung und des Gefälles $\frac{13\ PS_a}{10\ PS_m}$ Bisherige Leistung
104	**Gegenbach** Bei Klafferstraß	Donau, Große Mühl	Elektrizitätswerk bei Klafferstraß	Bez.-A. Wolfstein Reg.-Bez. Niederbayern	Georg Wimmer in Klafferstraß	0,20	5,80	12	10	Laufwerk 1 Francisschacht-turbine	Allgemeine Elektrizitäts-versorgung	Neubau Bereits begonnen
105	**Kollbach** Zwischen d. Padersberger Mühle und dem Triebwerk in Obergrafendorf	Donau, Vils	Herrenmühle bei Mariakirchen	Bez.-A. Eggenfelden Reg.-Bez. Niederbayern	Herrenmühle G.m.b.H.	0,97	2,50	26	18	Laufwerk Francisturbine mit stehender Welle	Mahlmühle und allgemeine Elektrizitätsversorgung	Umbau bereits im Gange Auswechslung einer alten Turbine und eines mittelschlächtigen Wasserrades gegen eine Francisturbine
106	**Main** Stadtgebiet Schweinfurt	Rhein	Städtisches Elektrizitätswerk Schweinfurt	Stadtrat Schweinfurt Reg.-Bez. Unterfranken	Stadtgemeinde Schweinfurt	42 00	3,00	1450	1250	Laufwerk 2 Propellerturbinen mit stehender Welle	Allgemeine Elektrizitäts-Versorgung	Umbau. Erhöhung der Wassermengennutzung durch Auswechslung zweier Turbinen u Mehrung des Gefälles durch Vertiefungdes U.-W.-Kanals Bisherige Leis ung $\frac{800\ PS_a}{700\ PS_m}$
107	**Haßlach** Ortsgebiet Förtschendorf	Rhein, Main, Rodach	Triebwerk in Förtschendorf	Bez.-A. Teuschnitz Reg.-Bez. Oberfranken	Georg Leiner in Förtschendorf	0,562	5,50	31	18	Laufwerk 2 Francis-Einradturbinen	Brauereibetrieb und allgemeine Elektrizitäts-Versorgung	Umbau Erhöhung der Wassermengennutzung durch Einbau einer zweiten Turbine Bisherige Leistung $\frac{17\ PS_a}{14\ PS_m}$
108	**Krebsbach** Von der Steinbrücke oberhalb d. Weihers in Glashütten bis 0,310 km abwärts	Rhein, Main, Regnitz, Wiesent, Truppach, Weidesbach	Untere Mühle in Glashütten	Bez.-A. Bayreuth Reg.-Bez. Oberfranken	Wolfgang Bauer in Glashütten	0,16	5.08	8	7	Spitzenwerk Tagesspeicher mit 2000 m³ Nutzinhalt 1 Francisturbine mit liegender Welle	Mahlmühle und Sägewerk	Umbau Erhöhung des Gefälles Bisherige Leistung $\frac{6\ PS_a}{5\ PS_m}$
109	**Kalte Moldau** Zwischen der Mündung der Mirasat und der Mündung des Köhlauer Baches	Elbe, Moldau	Elektrizitätswerk Haidmühle	Bez.-A. Wolfstein Reg.-Bez. Niederbayern	Gebrüder Seibold in Haidmühle, Gemeinde Leupoldsreut	0,80	4,21	36	20	Laufwerk Francisschacht-turbine mit liegender Welle	Sägewerk und allgem. Elektriz.-Versorgung	Umbau Auswechslung eines Wasserrades gegen eine Turbine

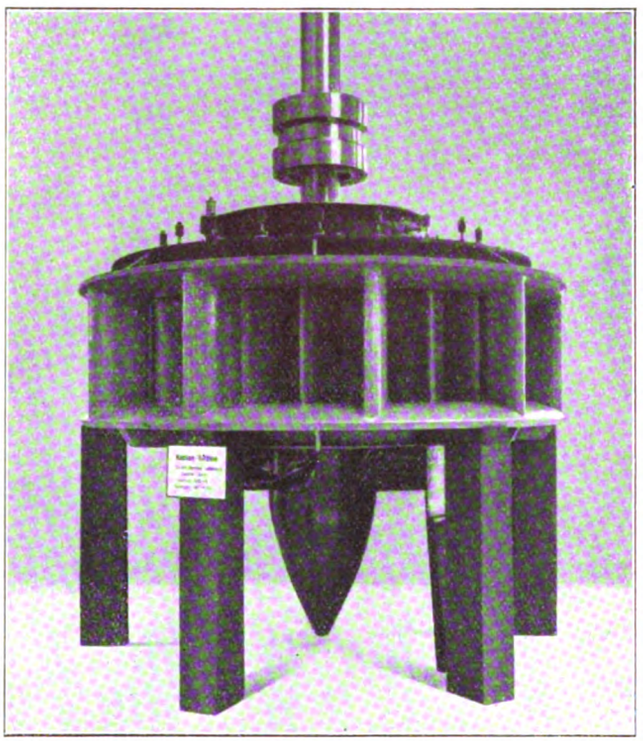
(W 838.)

Berichtigung u. Ergänzung: Nr. 4, 21, 28 u. 78 wurden in Betrieb genommen.
Nr. 12 wurde in Bau genommen.
Nr. 71 wurde durch Nr. 92 überholt.

Digitized by Google

Auch gegenüber der Versorgung selbst wichtiger Zwischenstadtbahnen mit dem völligen Charakter von Vollbahnen auf größte Entfernungen (z. B. Chicago—Milwaukee) aus den allgemeinen Versorgungsnetzen findet man keine Bedenken, was die Betriebssicherheit — auf die in Amerika doch sehr viel gegeben wird — dieses Versorgungssystems beweist. („Elektrizitätswirtschaft" 1926, Nr. 412.) (W. 845.)

Allgemeines.



Kaplanturbine des Kraftwerkes Ladenburg (E. W. C.)
H = 8,20 m
N = 3120 PS
n = 167/Min.
(Basler Ausstellung.) (Wiener Foto-Kurier.)

Wasserversorgung

Die Wasserversorgung in Deutsch-Oberschlesien.

Die Bestrebungen, den oberschlesischen Bezirk mit Wasser zu versorgen, gehen bis in die siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück. Es wurde vorerst das Wasser vom Adolfschacht durch eine Rohrleitung nach dem Königshütter Bezirk gefördert. Das Wasser wird aus der Triasmulde in einer Tiefe von etwa 100—150 m gewonnen. Es steigt artesisch zutage. Eine weitere Wassererschließungsanlage besteht in Zawada, nordwestlich des Industriebezirkes. Der Kreis Kattowitz erhält das Wasser von der Rosalie-Grube, die an der früheren Grenze mit Rußland liegt. Es sind noch einige Zwischenwasserwerke vorhanden, so wird unter anderm das Wasser für die Stadt Beuthen aus einem verlassenen Bleierzschacht bei Birkenhain entnommen, während die Stadt Gleiwitz eine besondere Wassergewinnungsanlage während des Krieges bei Laband geschaffen hat.

Durch die sinnlose Grenzziehung infolge des Friedensvertrages wurden die Wassergewinnungsanlagen stark beeinträchtigt. Während zum Beispiel die Wassergewinnungsanlage Adolfschacht polnisch wurde, verblieb ein großer Teil der Zuleitung nach der gleichfalls polnisch gewordenen Stadt Königshütte auf deutschem Gebiet. Umgekehrt wurden Rohrleitungen, die zur Versorgung von deutschem Gebiet dienten, durch die neue Grenzziehung nach Polen verwiesen. Wenn auch durch die Genfer Verhandlungen beide Länder gehalten sind, die Wasserversorgungsanlagen in der jetzt bestehenden Form 15 Jahre lang zu dulden, so hat doch die deutsche Verwaltung beschlossen, die notwendige Aenderung der Wasserversorgungsanlage sofort durchzuführen, insbesondere die Stadt Beuthen von deutscher Seite aus mit Wasser zu versorgen. Es wurde eine Gesellschaft „Wasserwerk Deutsch-Oberschlesien G. m. b. H." gegründet, an der der Staat mit 51% und die Großindustrie mit 49% beteiligt sind. Durch den Ausbau des Wasserwerkes Zawada, sowie durch die Verlegung von etwa 35 km neuen Wasserrohrleitungen und die Errichtung eines Zwischenpumpwerkes bei Beuthen ist es möglich geworden, innerhalb neun Monaten die Umstellung zu bewirken. West-Oberschlesien wird jetzt im vollen Umfange von der Gesellschaft mit Wasser versorgt. Das Wasser wird an die Großabnehmer, sowie Städte und Gemeinden mit etwa 13 Pfennigen für 1 cbm abgegeben; für die Verteilung des Wassers wird von den Verbrauchern ein angemessener Zuschlag erhoben.

Durch diese umfangreichen Arbeiten ist die geregelte Wasserversorgung von Deutsch-Oberschlesien auf Jahre hinaus sichergestellt.

(Vortrag von Ingenieur Rosenquist auf der Mitgliederversammlung des Vereins Beratender Ingenieure am 6. 9. 1926 zu Breslau.) (W. 852.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Elektrotechnik.

Die großen Freiluft-Umformeranlagen von 150 000 Volt in Lannemezan (Dep. Htes-Pyrénées) und Chevilly (Dep. Seine). Von J. Planteau. Le Génie Civil, Nr. 22 v. 28. 11. 25. S. 453/457 u. Nr. 23 v. 5. 12. 25. S. 485/490, m. 10 Abb. (Beschreibung der Anlagen für 25 000 bzw. 75 000 kVA Dreiphasenstrom von 50 Perioden mit Transformatoren 60 000/150 000 V bei 3000 bzw. 10 000 m² Grundfläche. Erweiterung der Anlage Chevilly auf 200 000 kVA ist vorgesehen.

Der Induktionsregler als Phasenschieber zwischen zwei parallel geschalteten Kraftwerken. Von Hoeffeur — Bulletin Oerlikon, Nr. 56/57, 1926, S. 235—238, m. 24 Abb. — (Zur Regelung der Blindstromverteilung zwischen parallel arbeitenden Kraftwerken, deren jedes seine Spannung unabhängig regeln muß, kann der Induktionsregler dienen. Theorie, Bemessung; Verwendung zweier gekuppelter Induktionsregler je halber innerer Leistung zur Konstanthaltung der gegenseitigen Phasenstellung der Kraftwerke.) —

Die Drehstromgeneratoren des Innwerkes. Von Dipl.-Ing. Herrmanns. — A.E.G.-Mitt., 1926, H. 4, S. 128 bis 132, mit 12 Abb. — (Beschreibung der 8200 kVA-Generatoren mit 214 Umdr., 6600 V.)

Die Gestaltung des Kommandoraumes in modernen Kraftwerken. Von Dipl.-Ing. Puppikofer. Bulletin d. Schweiz elektrot. Vereins, 1926, H. 5, S. 153—164, m. 13 Abb. — (Ausführliche Darstellung der Entwicklung der Kommando-Anlagen: Gesamt-Entwurf, Ausführung der Pulte

Digitized by Google

und Tafeln, Wahl und Anordnung der Apparate, Sicherheits- und Signalanlagen.)

Energiewirtschaft.

Energikostnad vid kraftanläggningar med värmemotorer. (Energiekosten bei Kraftanlagen mit Wärmekraftmaschinen.) Von Manne T. Lindhagen. — Wie vorstehend, S. 138—156, mit 7 Abb. — (Zusammensetzung der Energiekosten für Dampfkraftwerke, Diesel- und Gaskraftwerke; sowie bei verbundener Kraft- und Wärmeerzeugung. Einfluß der Benutzungsdauer.) —

Nagot om kostnaden för vattenkraft och angkraft. (Einiges über die Kosten von Wasserkraft und Dampfkraft. Von Obering. Decker, Stockholm.) — Svenska Elektricitetsverksföreningens handlingar 1925, Nr. 14; arsmöte 1925, S. 125—137, mit 4 Abb. — (Einem Dampfwerk von 4×15 000 kW werden die Wasserkraftkosten besonders an Hand der Stockholmer Verhältnisse gegenübergestellt. Die Wasserkraftwerke arbeiten für die Zukunft.) —

Das Eindampfen von Lösungen nach dem Kompressionsverfahren. Von Dipl.-Ing. Peter. — Schweiz. techn. Zeitschr., 1926, H. 34/35, S. 592—598, mit 5 Abbildungen. — (Entwicklung und Grundlagen des Kompressionsverfahrens [Wärmepumpe]; wirtschaftliche Vorbedingungen: Leistungsaufwand und Kohlenpreis, betriebliche Vorteile; Anwendung für verschiedene Arten von Lösungen.)

Erzeugung von Spitzen- und Ersatzkraft für Ueberland- und Bahnkraftwerke. Von Obering. Büchi. — Z. d. V. d. I., 1926, H. 32, S. 1053—1061, mit 21 Abb. — (Darbietung, Verbrauch und Fortleitung der Energie. Vergleich der Jahres- und kWh-Kosten bei Wasserkraft mit Uebertragung auf Entfernungen bis 400 km gegenüber örtlichen Dieselkraftwerken und Dampfkraftwerken; Einfluß der Benutzungsdauer; Grenzen der Wirtschaftlichkeit in den einzelnen Fällen; günstigste Verteilung der Leistung auf Wasser- und örtliche Wärmekraft.) —

Ueber Tarifbildung im Energie-Engrosverkauf aus Wasserkraftanlagen. Von Ing. Roth. — Schweizerische Wasserwirtschaft, 1926, H. 6, S. 90—92. — (Die vielseitigen den Verkaufspreis bestimmenden Einflüsse, wie Ausbaugrad, Saisonarbeit, Wertigkeit der Arbeit, die Tarifgestaltung.)

Grundlagen und Aussichten der Wirtschaft in Transkaukasien. Von Prof. Dr.-Ing. Ludin. —E.T.Z. 1926, H. 29, S. 855—858, mit 6 Abb. (Die wirtschaftlichen Verhältnisse dort, die Rohstoffvorräte und besonders auch die Wasserkräfte. Grundzüge zu deren Verwertung. Geplante Anlagen.)

Ein Höchstspannungsnetz für Landesversorgung in Japan. Revue Générale d'Electricité, 1926, H. 4; Auszug: Elektrotechnik und Maschinenbau, 1926, H. 32, S. 590. — (Notwendigkeit eines Landesnetzes; verfügbar auf der Hauptinsel 3,53 Mio kW, dazu nötig 700 000 kW Wärmekraft. Spannung 220 kV. Ausbau-Vorschlag: 1,1 Mio kW Wasserkraft und 300 000 kW Wärmekraft, 60 Per.)

Die Sammel- und Verteilnetze elektrischer Energie in Italien. Von Bonomi. — Farbige Karte i. M. 1 : 1 000 000 mit den Kraftwerken und Leitungen in Italien. — L'Energia Elettrica, 1926 H. 7, S. 578.

Der Chemiker in der Elektrizitätswirtschaft. Von Schendell. — E.T.Z. 1926, H. 30, S. 875—876. (Bedeutung der Ueberwachung der Betriebsstoffe und sonstigen Verbrauchsstoffe in Großbetrieben; der Ingenieur-Chemiker kann viel zur Wirtschaftlichkeit beitragen. Anm.: die Anregungen sind über das Gebiet der Elektrotechnik hinaus wertvoll.)

Eingegangene Bücher.

Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft.

In der Besprechung in Heft 18, Seite 226 ist der durch ein Druckversehen entstandene Wortlaut:

„Verbandsschrift Nr. 12 des schweizerischen Wasserwirtschafts-Verbandes, 2. Band, 2. deutsche Ausgabe 1926,"

zu ändern in:

„Verbandsschrift Nr. 12 des schweizerischen Wasserwirtschafts-Verbandes, 2 Bände, 2. deutsche Ausgabe 1926."

Daß es sich um ein zweibändiges Werk handelt, ging bereits aus dem Wortlaut der Besprechung hervor.

Die Schriftleitung.

Mitteilungen des hydraulischen Instituts der Technischen Hochschule München, Heft I. Herausgegeben vom Institutsvorstand Dr.-Ing. D. Thoma, o. Professor. 90 Seiten mit 276 Abbildungen. München 1926, Verlag R. Oldenbourg. Preis geheftet RM. 6.20.

(Zur Berichtigung des auf Seite 226 unterlaufenen Druckversehens.)

Die Großstromversorgung Deutschlands. Von Dr.-Ing. Vent. — 21 Seiten mit 14 Tafeln (Karten). Essen 1926, Verlag G. D. Baedeker. — Preis geh. M. 1,50.

Die Rhein-Ruhr-Häfen. Ein Führer, herausgegeben vom Rhein-Ruhr-Hafen-Betriebsverein e. V. Duisburg. 127 S. mit vielen Abb. — Duisburg 1926, „Rhein"-Verlagsgesellschaft m. b. H. Preis geh. M. 2.40.

Neue Gedanken zur Berechnung der Geschiebeführung. Von Reg.-Baurat Link †. Sonderdruck aus der „Deutschen Wasserwirtschaft" (vgl. Zeitschriftenschau dieses Jahres H. 5, S. 52). 8 Seiten mit 12 Abb. — Beilage zum Jahrbuch der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde.

Mitteilungen des schweizerischen Amtes für Wasserwirtschaft, herausgegeben unter Leitung des Direktors, Dr. C. Mutzner. — Bern 1926, Bezug durch das Sekretariat des eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, Bern, Bollwerk 27.

Anläßlich der Baseler Ausstellung und der Sondertagung der Weltkraftkonferenz gibt das rührige Amt eine Anzahl von Veröffentlichungen heraus; auf einzelne sei näheres Eingehen vorbehalten. Es liegen vor:

Die Abflußverhältnisse des Rheins in Basel. Mitteilung Nr. 19. Von Ing. C. Ghezzi, Chef der I. Sektion für Hydrographie. 82 Seiten mit 10 Abb., 14 Tabellen und 9 farbigen Beilagen. — Preis schw. Fr. 9,—.

Die Arbeit schildert die bis Ende 1925 erhobenen hydrographischen Verhältnisse des Rheins an Hand der Längen- und Querprofile und zahlreicher Abflußkurven sowie eines Planes des Rheins bei Basel i. M. 1 : 10 000 in eingehender Weise, betrachtet die Geschiebeführung und enthält ein umfangreiches Literaturverzeichnis.

Die Regulierung des Bodensees. Mitteilung Nr. 20. Hochwasserschutz, Kraftnutzung und Schiffahrt. Von Dr. K. Kobelt, Sektionschef beim eidg. Amt für Wasserwirtschaft. 88 Seiten mit 43 meist farbigen Tafeln und Plänen. — Preis schw. Fr. 15,—.

Auf diese umfassende Monographie in der aktuellen Frage des Hochwasserschutzes und der Niederwasseraufbesserung in ihrer Tragweite für Schiffahrt und Kraftnutzung kommen wir noch zurück.

Digitized by Google

Il Delta della Maggia nel Lago Maggiore. Rilievo del ganaio, — Febbraio 1926. Von H. Bircher, Ingenieur des eidg. hydrographischen Amtes. 11 Seiten m. 4 Tafeln. — Preis schw. Fr. 3,—.

Die Arbeit untersucht das Relief des Mündungsdeltas der Maggia und berechnet die jährliche Ablagerung im Vergleich mit dem Rhein-Delta im Bodensee.

Der Stand der Wasserkraftnutzung in der Schweiz auf 1. Januar 1926. Von W. Schurter, Ingenieur, Sektionschef beim eidg. Amt für Wasserwirtschaft. 19 Seiten, mit vielen Zahlentafeln. Deutsch und französisch. — Preis schw. Fr. 2,—.

Auf die lückenlose Uebersicht und Detaillierung kommen wir auszugsweise noch zurück.

Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz 1925. Zusammengestellt von J. Näf, Ingenieur. Bern 1926, eidg. Amt für Wasserwirtschaft. 216 Seiten mit 8 Tafeln. Preis schw. Fr. 30,—.

Inhalt: Verzeichnis sämtlicher Pegelstationen; Mittlere Wasserstände ausgewählter Stationen; Abflußmengen an 123 Stationen; Wasserstandskurven von ausgewählten Stationen.

Buchbesprechungen

Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben. Herausgegeben unter Förderung des Reichsverkehrsministeriums und der zuständigen Zentralbehörden des Reichs und der Länder mit einer Anzahl hervorragender Sachverständiger von Dr.-Ing. e. h. Sympher †. Band III, Stand vom Jahre 1925, herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. Soldan, Geheimer Baurat, Berlin 1925, Verlag Reimar Hobbing, 650 Seiten mit vielen Abbildungen und Plänen; Preis geb. RM. 30,—.

Das umfangreiche Werk gliedert sich in einen 120 Seiten starken fachwissenschaftlichen Teil, einen zweiten, die Hafenanlagen der deutschen Flußgebiete und Küsten beschreibenden Teil mit verkehrspropagandistischem Einschlag von rund 260 Seiten und einen dritten, der Firmenpropaganda gewidmeten Abschnitt von weiteren 242 Seiten, welcher teils Beschreibungen von Ausführungen, teils Anzeigen umfaßt.

Der erste Teil über „Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben" enthält eine Reihe von in sich geschlossenen Uebersichten über einzelne Teilgebiete der Wasserwirtschaft von berufenen Seiten; die Aufsätze von überwiegend wertvollem Inhalt ermöglichen in ihrer gedrängten und dabei das Wesentliche erfassenden Art raschen und leichten Ueberblick über all das, was demjenigen wissenswert und sonst schwer erreichbar ist, der nicht speziell auf diesem Gebiete arbeitet, über das er sich informieren will. Ueber alle Beiträge dieses Teiles hier zu berichten, würde den verfügbaren Raum überschreiten. Es seien nur erwähnt die Aufsätze aus dem Gebiet der Schiffahrt: Das deutsche Wasserstraßennetz (Barche) gibt einen lückenlosen Ueberblick über den Stand unserer Binnenschiffahrtswege; Oppermann berichtet über das Schiffahrtsrecht und Brietze über Schiffahrtskosten, worin allerdings die Schlußfolgerung, daß der Betrieb mit Schleppbooten allein wirtschaftlich sei, etwas zu weitgehend erscheint; über die neueste Entwicklung im Bau von Wasserstraßen, soweit solche bereits in Angriff genommen sind oder vor dem Bau stehen oder sonst besonders wichtig erscheinen, gibt Hoebel die Grundlagen. — Aus dem Gebiet der Wasserkraft stellt Oesterlen in Kürze die wirtschaftliche Bedeutung der neuesten Turbinenkonstruktionen unter Berücksichtigung der Fortschritte der Propellerturbinen aller Art dar und Schmick behandelt neben auszugsweisen Beschreibungen bekannter Großwasserkraftanlagen besonders die Verbindung von Wasserkraftnutzung und Wasserstraßen, das Speicherungs-, Hochwasserschutz- und Wasseraufbesserungs-Problem. Von den übrigen vielen Teilgebieten der Wasserwirtschaft ist dem vorliegenden Band die Entwässerung großer Industriegebiete von Helbig behandelt. Eine Kartenbeilage über die Wasserstraßen und Häfen in Berlin und drei statistische Karten über den Seehafenverkehr und die Binnenschiffahrt im Deutschen Reiche 1913, 1922 und eine Differenzkarte zum Vergleich beider bieten wertvolle Erläuterungen zu dem Gesagten.

In dem vom Verlag sehr gut ausgestatteten Werk sind leider verschiedene störende Druckfehler auch in den Abbildungstiteln stehen geblieben. Weitere Jahrgänge könnten vielleicht noch die hier unberücksichtigt gebliebenen, aber ebenso wichtigen Teilgebiete der Wasserwirtschaft umfassen, wie etwa die Bodenmelioration, Flößerei, Fischerei, das Speicher- und Ausgleichsproblem als ein Grundproblem unserer Wasserkraftwirtschaft, u. dgl. (W. 839.) Ing. C. Reindl.

Vereine — Versammlungen.

Der Verein deutscher Ingenieure zusammen mit dem Polytechnischen Verein i. B. veranstaltet am 20. Oktober, nachmittags eine

Besichtigung des Kraftwerkes Mühltal der Isarwerke.

Abfahrt Isartalbahnhof nachmittags 2 h 12, Anmeldungen bis längstens 19. d. M. an die Geschäftsstelle des Polytechnischen Vereins, München, Tel. 26 773.

Ferner finden u. a. folgende Vorträge statt:

Am 8. November im Hörsaal 186 der Technischen Hochschule (Eingang Luisenstr.), abends 8 Uhr:

Die staatliche Wasserkraftwirtschaft Schwedens

von Herrn Dr. H. Dorn, Professor an der Technischen Hochschule München.

Am 6. Dezember im gleichen Hörsaal, abends 8 Uhr:

Amerikanische Großkraftwerke

von Herrn Dr. A. Loschge, Professor an der Technischen Hochschule München.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 9. Nov. 1926.

27c, 7. L. 59 952. Ferdinand Lallemand, Puget, Frankreich; Ablenkvorrichtung für Gas- und Flüssigkeitsströme. 10. 4. 24. Frankreich 12. 4. 23.

27c, 13. A. 44 080. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Regelverfahren zur Verminderung der Leerlaufverluste bei zeitweise vom Netz abgeschalteten Kreiselverdichtern. 6. 4. 25.

59b, 4. F. 55 293. Firma Theodor Fröhlich, Berlin. Regelungsvorrichtung für Schleuderradpumpen und Gebläse. 19. 1. 24.

84a, 3. B. 112 893. Maschinenbau-Actiengesellschaft vormals Starke & Hoffmann, Hirschberg in Schlesien. Selbsttätige, durch den Wasserdruck gesteuerte Stauklappe für Ueberläufe. 22. 2. 24.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 21 | **München, 1. November 1926** | **21. Jahrgang**

MITTEILUNG.

Am 1. Januar 1927 wird die
Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e.V., Berlin
mit der in unserem Verlage erscheinenden „Wasserkraft" unter dem Titel

WASSERKRAFT
UND
WASSERWIRTSCHAFT

22. Jahrgang der Wasserkraft / 7. Jahrgang der Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes, vereinigt. Die Zeitschrift wird das

Offizielle Organ des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e.V.,

das Organ des Badischen Wasser- und Energiewirtschaftsverbandes / des Württembergisch-Hohenzollerischen Wasserwirtschafts-Verbandes / des Wasserwirtschaftsverbandes f. Sachsen u. Thüringen / des Westsächsischen Wasserwirtschaftsverbandes e. V. / der Arbeitsgemeinschaft der Wasserkraftbesitzer Thüringens / des Ruhrtalsperrenvereins / des Ruhrverbandes / der Wuppertalsperrengenossenschaft / der Emschergenossenschaft / der Innerste-Interessen-Gemeinschaft / des Bober- und Queis-Vereins / des Weserbundes / ferner des Vereins zur Verbesserung der Wasserstandsverhältnisse im Regierungsbezirk Mittelfranken / und vieler anderer Organisationen sein und bei der Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A. G., München verlegt werden.

Als Herausgeber werden zeichnen:

Geh. Baurat Dr.-Ing. ehr. Soldan, Berlin. — Oberbaudirektor K. Dantscher, Prof., München
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. ehr. E. Reichel, Berlin — Professor H. Heiser, Dresden.

Die Hauptschriftleitung führt wie bisher weiter: Ingenieur Carl Reindl, München.

Herausgeber, Schriftleitung und Verlag werden bestrebt sein, die Zeitschrift auf der Höhe eines ernsten und unabhängigen fachwissenschaftlichen Blattes zu halten. Sie würden es begrüßen und als erstrebenswertes Ziel erachten, wenn die Zeitschrift mehr und mehr der Sammelpunkt aller in das Gebiet einschlägigen fachwissenschaftlichen Arbeiten würde.

Hinsichtlich Erscheinungsweise, Bezugsbedingungen und Inseratenpreisen treten keine Aenderungen ein.

An Stelle der „Deutschen Wasserwirtschaft" erhalten die Mitglieder des DWWV. fortan die „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" als Verbandsorgan.

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband e.V., Berlin-Halensee

Die Herausgeber

Die Schriftleitung

Richard Pflaum Druckerei- und Verlags-A.G. München

Digitized by Google

Die Weltkraftkonferenz in Basel 1926.

Die Weltkraftkonferenz[1]) in Basel vereinigte in der Zeit vom 30. August bis 8. September die Vertreter von 30 Staaten und nicht weniger als rund 800 Teilnehmer, weit mehr als sich die Leitung erwartet hatte. Die Organisation der Tagung war vorzüglich und das schweizerische Nationalkomitee hatte im Verein mit der Stadt Basel alles aufgeboten, um den Verlauf den Teilnehmern so angenehm wie möglich zu machen.

Die sachliche Organisation begann lange vor der Konferenz, schon im Frühjahr d. J., und zwar damit, daß in den einzelnen Ländern nationale Komitees gebildet wurden, die die Berichte zu den verschiedenen, von der Weltkraftkonferenz zu behandelnden Fragen beizubringen hatten. Solche Berichte sind 82 so rechtzeitig beigebracht worden, daß sie von den Generalberichterstattern noch in Referaten verarbeitet werden konnten. Das Verhandlungsgebiet war nach 5 Richtungen geteilt:

A) Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt.
B) Austausch der elektrischen Energie zwischen verschiedenen Ländern.
C) Die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen hydraulisch erzeugter und thermisch erzeugter elektrischer Energie.
D) Die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft.
E) Die Elektrisierung der Eisenbahn.

Wie diese Aufteilung ersehen läßt, war der Stoff, der bewältigt werden mußte, nahezu ein ungeheurer und es lag nahe, daß in den Verhandlungen ein großer Teil der Fragen nur gestreift werden konnte. Die Generalberichterstatter hatten in mustergültiger Arbeit aus der Fülle des in den Berichten[2]) gebotenen Materiales die Kernfragen herausgeschält um sie in der Verhandlung zur Sprache zu bringen. Leider konnten die eingelaufenen Berichte und die Generalberichte erst ganz kurz vor Beginn der Tagung zur Verteilung gebracht werden, so daß es für die allermeisten Konferenzteilnehmer erst in den Sitzungen möglich war, sie zu lesen.

Als Verhandlungssprache waren Englisch, Französisch und Deutsch bestimmt; da meist die Generalberichte und die Diskussionsreden in die anderen Sprachen übertragen wurden, war der Gang der Verhandlungen wie bei allen derartigen internationalen Tagungen ein langsamer und schleppender. Der Vorsitz ging reihum unter den anwesenden Ländern.

Großes Interesse bot die Sektion A, in der Wasserkraftausnützung und Binnenschiffahrt behandelt wurde. Zu dieser Frage lagen gute Berichte aus verschiedenen Ländern vor. Von deutscher Seite hatten hierzu berichtet: Hoebel-Berlin, Dantscher-München, Konz-Stuttgart und die von ihnen angegebenen Anregungen führten zum Teil zu recht interessanten Diskussionen. Es wurde erörtert die Frage der Eisbildung auf den Kraftwasserstraßen, die dort zu betreibende Flößerei, vor allem aber die Frage, ob die Stauhaltungen bei Flußkanalisierungen als Betriebsspeicher der Wasserkräfte benützt werden könnten. Besonderes Interesse bot die Erörterung, welche Geschwindigkeit man in Kanälen, die zugleich der Schiffahrt und Kraftnützung dienten, zulassen könne; während Holland und Deutschland im äußersten Fall 0,7 m/sec als zulässig erachteten, glaubten die Belgier bis zu 1,2 m/sec gehen zu können, wobei sie von den Franzosen mit Rücksicht auf deren großen elsässischen Kanal lebhaft unterstützt wurden.

Bei Erörterung der Wehre war es hauptsächlich der Kolk, der eine Rolle spielte. Die Vertreter des Modellversuches wiesen darauf hin, daß diese Probleme im Laboratorium gut geklärt werden könnten; verschiedene Vertreter, besonders der Schweiz, vertraten hingegen die Ansicht, daß auch damit die Frage nicht gelöst sei und eine Unsicherheit beim Bau der Wehre noch bestehe. In der Zeit wesentlich zu kurz behandelt wurde das wichtige Geschiebeproblem. Im Anschluß an ein vorzügliches Referat der beiden Wiener Professoren Halter und Schaffernak[3]) wurde allseits anerkannt, daß man es hier mit einem der wichtigsten und schwierigsten Probleme der ganzen Wasserkraftausnützung zu tun habe und daß es zweckmäßig wäre, für dessen Studium eine internationale Kommission zu bilden.

Bei Besprechung der Turbinen kam auch zur Debatte, warum die europäischen und amerikanischen Wirkungsgrade so merklich voneinander abweichen und da es auch sicher ist, daß der Grund hierfür in den verschiedenen Meßmethoden liegt, wurde beschlossen, eine internationale Kommission einzusetzen für Schaffung einheitlicher Meßmethoden auf diesem Gebiete.

Hinsichtlich der Frage, ob die horizontale oder vertikale Turbinenaufstellung zu bevorzugen sei, schien letzterer Einbau die Mehrheit für sich zu haben. Das gleiche geschah für das Studium des Unterdruckes bei Talsperren. Weiter noch erörterte Fragen, wie Turbinenart, Krafthausanordnung, Schiffahrtsantrieb traten gegenüber den bisher besprochenen zurück.

Zur Sektion B, Austausch der elektrischen Energie, waren Berichte aus der Schweiz, aus Frankreich, Dänemark und Norwegen gekommen. Das ganze Gebiet des Energieaustausches zwischen den Ländern ist noch in der Entwicklung begriffen. Es handelt sich hier darum, daß wasserkraftreiche Länder wie die Schweiz und Norwegen ihren Ueberschußstrom billig an die Nachbarländer abgeben und von dort aus gegebenen Falles thermisch erzeugte Energie zu bestimmten Zeiten beziehen. Die elektrische Energie wird zur Ausfuhrware und damit treten verschiedene Rechtsfragen auf, die in der Gesetzgebung der Länder innerpolitisch und in den Handelsverträgen außenpolitisch zu regeln sind.

In der Sektion C war die Frage zu behandeln, wie sich die thermisch erzeugte Energie zur hydraulisch erzeugten stellt. In einer Reihe von Berichten — von seiten Deutschlands hatten hierzu v. Miller, Dieter Thoma, Marx und Krieger berichtet — wurde dieses Problem sehr gründlich und objektiv behandelt. Es ist ganz augenscheinlich, daß mit zunehmender Beruhigung des Wirtschaftslebens die thermisch erzeugte Energie wieder mehr in den Vordergrund tritt und wirtschaftlich wieder den Vorrang vor der Wasserkraft hat. Nach Haas-Rheinfelden liegt sie derzeit 40% unter der hydraulisch hergestellten Energie. Das Tempo der Wasserkraftausnutzung wird sich damit verlangsamen und das privatwirtschaftliche Interesse an ihnen wird etwas zurücktreten. Das trifft für die Schweiz zu, vor allem aber für Länder, die eine Inflation durchgemacht haben, da in solchen Zeiten die Grundelemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung, Arbeitslohn, Materialkosten, Kohle und üb-

[1]) Vgl. das ausführliche Programm auf S. 145 dieses Jahrgangs.

[2]) Die Verhandlungen werden in einem Bande von etwa 2000 Seiten Umfang, enthaltend alle Referate, Zusammenfassungen und Diskussionen, vom Verlag Birkhäuser & Co., Basel, herausgegeben. Preis etwa 150 schweiz. Fr.

[3]) Wir bringen diesen Beitrag auf den folgenden Seiten zum Abdruck.

Digitized by Google

licher Zins ihre sonst ziemlich stabilen Verhältnisse zu einander verlieren. Aber aus allen Ausführungen geht die Ansicht hervor, daß trotzdem die Wasserkräfte ihren Wert behalten und ihr Ausbau eine stetige Zukunftsaufgabe der Länder sei.

In der Sektion D war es von besonderem Interesse zu hören, wie vielseitig heutzutage die Verwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft bereits ist, von der primären Verwendung als Lichtquelle und Motorantrieb bis zum Melken der Kühe. Amerika ist in der landwirtschaftlichen Verwendung der Elektrizität außerordentlich weit voran. Es ist ganz erklärlich, daß auch das in allen Ländern so schwierige Problem, wie man einem Konsumenten nach Art der Landwirtschaft die Energie in genügender Menge und vor allem zu entsprechend billigem Preise zuführen könne, erörtert wurde.

Die Sektion E, Elektrisierung der Eisenbahn, gab den einzelnen Ländern Gelegenheit, die Erfahrungen, die sie mit den von ihnen gewählten Systemen gemacht haben, bekannt zu geben. Es scheint, daß alle Systeme, der Einphasenstrom wie der Dreh- und Gleichstrom sich unter passenden Verhältnissen beim elektrischen Zug bewährt haben und daß keiner mit ganz überragenden Vorzügen herausfällt. Auch die Frage wurde erörtert, ob die Eisenbahn in einem Lande ihre eigenen Kraftwerke und Leitungen brauche oder sich mit dem Anschluß an das allgemeine Versorgungsnetz begnügen könne. Es kam deutlich zum Ausdruck, daß man das nicht zur Prinzipienfrage machen könne, daß vielmehr jedes Land hier auf den eigenen gegebenen oder gewordenen Verhältnissen aufbauen müsse. Jedenfalls zeigen die Berichte, daß auch hier die verschiedenen Lösungen möglich sind und zum Ziele führen.

Im Rahmen eines kurzen Berichtes dürfte die Erwähnung der angegebenen Grundfragen genügen. Jeder Teilnehmer hat sicher für sein Gebiet viele Anregungen mit nach Hause gebracht und wenn auch der Erkenntnis letzter Schluß der ist, daß Wasserkraft- und Energiefragen schließlich nach den Bedürfnissen eines jeden Landes von diesem selbst gelöst werden müssen, so ist damit der Wert derartiger internationaler Konferenzen keineswegs herabgemindert. Der Gedankenaustausch der Völker auf solch neutralem technisch-wirtschaftlichem Gebiet bedingt ein Kennenlernen und Sichverstehen, erleichtert Gegensätze auf politischem Gebiete zu überbrücken. Das Abzeichen der Konferenz trug das Bild von Basel und darüber die ineinander gereichten Hände; in dieser Tagung haben sich in der neutralen Stadt Basel die Völker nach langer Zeit wieder einmal die Hände gereicht zu gemeinsamer Kulturarbeit. (W. 865.) —D.—

Beitrag zur Frage der Ausgestaltung der Donau als Kraftwasserstraße.

Referat auf der Sondertagung der Weltkraftkonferenz Basel 1926

von R. Halter und F. Schaffernak, Professoren der Technischen Hochschule in Wien.

Der mächtige Donaustrom soll mit dem Rhein und mit den Stromsystemen Nord- und Osteuropas verbunden zu einer Stromader eines zentraleuropäischen Wasserstraßennetzes ausgebaut werden, das den Orient mit dem Okzident verbinden soll.

Anderseits wird in voller Würdigung der Ausnützung der Wasserkräfte im Rahmen einer rationellen Energiewirtschaft auch das Augenmerk auf die Wasserkräfte des Donaustromes gelenkt und immer dringender wird die Frage, inwiefern die Donau als Kraftwasserstraße dienen kann und wie die Interessen des Verkehrs mit jenen der Energieausnützung in Einklang gebracht werden können.

Es ist aber unausweichlich, daß diese beiden Fragen nicht für sich allein betrachtet werden und es kann nicht unterlassen werden, die damit im untrennbaren Zusammenhange stehenden Momente des Hochwasserschutzes, der Landeskultur und der dem Handel dienenden Umschlagseinrichtungen am Strome, sowie die Kanalanschlüsse an diese Handelsstraße in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen.

I.

DIE DONAU ALS SCHIFFAHRTSSTRASSE.

Von R. Halter.

Hierüber verfügt die Literatur schon über zahlreiche Sonderschriften, welche als Quellen der nachfolgenden Ausführungen benützt worden sind.[1]) Diese Betrachtungen sollen sich auf die Anlagen und die Regulierungen an der Donau von Ulm bis ins Schwarze Meer erstrecken, die Entwicklung der Schiffahrt schildern und das Charakteristische der in ihrem Wesen verschiedenen Teilstrecken des Stromes betonen. Hieran anknüpfend sollen sie einen kurzen Ueberblick über das Erreichte und Erstrebte und über das noch Notwendige bieten, damit der Strom zu einer idealen Großschiffahrtsstraße, zur Stammader eines zentraleuropäischen, mit den Stromsystemen des Westens und Nordens verbundenen Wasserstraßennetzes werde. In den dreißiger Jahren des verflossenen Jahrhunderts setzt die Dampfschiffahrt auf der Donau ein; zu Beginn des letzten Drittels des verflossenen Jahrhunderts beginnt die großzügige Regulierung der Donau, zunächst in Wien einsetzend und auf den Interessen des Landschutzes, der Bannung der Hochwasser- und Eisgefahren in erster Linie aufbauend. Aus den Erfahrungen des Flußbaues und den Erfahrungen der Nautik und aus scharfer Naturbeobachtung entwickelt sich noch später die heute zur Wissenschaft gewordene Hydrologie und bietet die Handhabe zur Beurteilung, was noch weiter anzustreben wäre, um im Interesse des Verkehrs zu Wasser und der Sicherheit der Gelände erhaltbare Idealzustände zu schaffen. Die Dynamik herrscht heute auf allen Gebieten der Technik und sonach auch auf dem umfangreichen Gebiete des Wasserbaues. Die Hydrologie läßt erkennen, welche vielleicht weniger vollkommenen Schöpfungen als schon vorhanden beizubehalten wären und welche einer sukzessiven Umgestaltung zu unterziehen wären.

Der moderne Flußbau erkennt die Naturgesetze, welche zwischen Grundrißgestaltung, Längenentwicklung und Querschnittsform und Querschnittsgrößen in geschiebeführenden Flüssen bestehen. Der alte Flußbau in den meisten europäischen Kulturstaaten begünstigte das Begradigungssystem und schuf

[1]) Donaukonferenz in Budapest, September 1916 — Reich, „Ueber die Grundlagen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Donau als Großschiffahrtsstraße." — In Nr. 16 u. 17 aus dem Jahrgang 1917 der in Wien erscheinenden Zeitschrift „Die Wasserwirtschaft" — Brandl, „Die Regulierung der Donau als Schiffahrtsstraße." — Zeitschrift „Die Wasserwirtschaft" aus dem Jahrgang 1920, Heft 4, 5 und 6.

Digitized by Google

schwer erhaltbare Zustände, vor allem verursacht durch wandernde Schotterbänke — so auch an der Donau. Und doch führten die erstmaligen Regulierungen durch die Konzentrierung des Stromes in einem einheitlichen Mittelwasserprofil zur gedeihlichen Entwicklung der Schiffahrt. Die Lastschiffahrt führt zur Schleppzugtype, nach den Stromstrecken variierend, die breiten Profile der erstmaligen Stromregulierungen führen zu Betriebsmanövern der Lastschiffahrt, welche die volle Strombreite benützen. Mit der Regulierung des Stromes wächst aber auch die Leistungsfähigkeit der Schiffahrt. Während vor Beginn der in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts die Leistungsfähigkeit der in der oberen Donau verkehrenden Fahrbetriebsmittel dadurch gekennzeichnet war, daß Frachtdampfer mit einer Leistung von rund 500 PS im Maximum eine Nutzlast von 900 Tonnen befördern konnten, ist in den verflossenen Dezennien die Leistungsfähigkeit auf rund 900 PS mit einer Schleppfähigkeit von nahezu 3000 Tonnen gestiegen.[2])

Dank der Regulierungsarbeiten hat sich schon die Leistungsfähigkeit der Donaustraße um das dreifache erhöht, wenngleich vielleicht die absolute Zahl der auf der Donau verkehrenden Schleppzüge keine in die Augen fallende Vermehrung erfahren hat.

Die weitere Entwicklung der Schiffahrt verlangte aber eine immer größere Fahrwassertiefe, die selbst bei ungünstigen Wasserständen gewährleistet sein müßte. Dieses Verlangen ging zur Wende des Jahrhunderts auf eine stets vorhandene Fahrwassertiefe von 2,0 m bei Niederwasser, was einer Tragfähigkeit der Schleppboote von 600 Tonnen entspricht. Diese war nun in dem Oberlauf der Donau von der Innmündung bei Passau bis gegen Gönyö in Ungarn unter Beibehaltung des Mittelwasserprofils nicht überall zu erzielen und es mußte dies durch die partiellen Herstellungen eines Konzentrationsgerinnes mit Hilfe von Leitwerken und Buhnen erreicht werden, wobei die Gesetze der Geschiebeführung beachtet worden sind. Diese Arbeiten hatten überall den erhofften Erfolg, auch dort, wo die Trasse der erstmaligen Mittelwasserregulierungen mehr oder weniger Zwangsformen aufwies, auch konnte an diesen Bauten der sogenannten „Niedrigwasserregulierung" bisher trotz des mehr als vierteljahrhundertalten Bestandes nirgends konstatiert werden, daß sie den auftretenden Schleppkräften nicht Widerstand geleistet und umfangreiche Instandhaltungsarbeiten erheischt hätten.

Die erhofften Tiefenlagen im Stromstriche sind erreicht und stellenweise in der Wiener Stromstrecke, im sogenannten Wiener Durchstiche sogar überschritten worden, so daß der Strom bei Wien heute eine sozusagen ideale Fahrstraße darstellt. Wo daher heute noch Teile der besagten Stromstrecke außerhalb der Wiener Stromstrecke die erforderliche Tiefe noch nicht erreicht haben, kann mit vollem Rechte erwartet werden, daß die Fortsetzung der Niedrigwasserregulierung auch ihre restlichen Aufgaben erfüllen wird.

Ein Umstand jedoch ist es, der an einzelnen Punkten der Niederwasserrinnen geringfügige Baggerungsarbeiten in längeren Zeitabständen zur Erhaltung der Tiefen erheischen wird.

Die Einführung der Niederwasserrinne macht eine Reduktion der Rinnenbreite notwendig, die zwar das Kreuzen zweier Schleppzüge nicht behindert, wohl aber die Ausführung der Wendemanöver erschwert oder unmöglich macht; bleiben an solchen „Wendeplätzen" die Einengungsbauten aus, so führt dies natürlich zu Geschiebeablagerungen und zu periodischer Beseitigung der Anlandungen durch Baggerungen. Dies war z. B. am Wendeplatz unterhalb der Reichsbrücke in Wien der Fall, wo infolge der Forderungen der Schiffahrtsinteressenten in einer Länge von 770 m keine Einengung des Mittelwasserbettes ausgeführt werden durfte.

Im übrigen sind in den kurrenten Strecken der Niederwasserrinnen seit mehr als 20 Jahren keine Erhaltungsbaggerungen notwendig. Indessen entwickelt sich die Großschiffahrt immer mehr in der Richtung der Vergrößerung der Schiffsdimensionen und der Tauchtiefen.

Der Rhein-Main-Donaukanal bringt bereits den 1200 Tonnen-Kahn in die Donau und man wird vielleicht auch damit nicht Halt machen. Die Fahrwassertiefe von 2,5 m und noch mehr wird daher auch schon zur Forderung für die Regulierung der Donau.

Hier kann auf die Ausführungen des Sektionschefs Rudolf Reich in seiner schon erwähnten Studie vom Jahre 1917 hingewiesen werden, wo er ausdrücklich hervorhebt, daß bei den natürlichen Wasserstraßen vorerst aus den natürlichen Eigenschaften des betreffenden Flußlaufes jene Querschnittsabmessungen abzuleiten sind, die auch bei ungünstigen Wasserzuführungsverhältnissen zur Verfügung stehen, und erst auf Grund dieser Ausmaße ist zu bestimmen, welche Schleppboot-Type unter Bedachtnahme auf einen rationellen Schiffahrtsbetrieb in Verkehr zu stellen ist.

Das Verlangen sonach, daß für den Verkehr auf einer natürlichen Wasserstraße ein Schlepptyp mit einem im vorhinein bemessenen Tonnengehalt maßgebend sein soll, ist eventuell ein gegen die Natur des Stromes gerichtetes Bestreben und demzufolge unter Umständen ein unerfüllbarer Wunsch.

Auch hier verweist Reich auf ein Zusammenwirken von Wasserbauingenieuren, Nautikern, Schiffbauern und Schiffahrtstreibenden.

Von besonderer Bedeutung an der Donau sind die Durchbruchstrecken durch Gebirge. Bekanntlich ist die Donau ein Beckenverbindungsstrom, und daher kein völlig einheitliches Gebilde.

Die einzelnen Meeresbecken wurden zu Süßwasserbecken und es bedurfte jahrmillionenlanger Erosionsarbeit des fließenden Wassers, die Gebirge zu durchsägen, um die Becken miteinander zu verbinden. Zwischen Passau und Linz, zwischen Wallsee und Krems, sowie nächst Wien sind solche Durchbrüche, unregelmäßig in der Querprofilgestaltung, unregelmäßig in der Sohlengestaltung, vorhanden, einzelne Felsbänke und Felsriffe widerstanden den Erosionskräften und bildeten Schiffahrtshindernisse und bilden sie für die Großschiffahrt trotz vielfacher Felssprengungen auch noch heute.

In besonders großem Umfange sind aber die Felsenriffe in der 106 km langen Durchbruchstrecke durch die transsylvanischen Alpen zwischen Moldava und Turn Severin vorhanden. Die höchst ungleichartige Widerstandskraft der heterogenen Gebirgsformationen und Gesteinsbeschaffenheit hat in der jahrmillionenlangen Sägearbeit des Stromes diese Felsenriffe geschaffen und nur große Menschenwerke lassen sie für Schiffahrt unschädlich gestalten. Die Frage ist nicht unberührt. Die österreich-ungarische Monarchie hat von Europa im Berliner Vertrag vom Jahre 1878 das Mandat erhalten, diese Stromstrecke zu regulieren, und im Jahrzehnt 1888 bis

[2]) Reich: „Ueber die Grundlagen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Donau als Großschiffahrtsstraße."

Digitized by Google

1898 hat sie 600000 m³ Felsriffe durch Sprengungen beseitigt.[3])

Die Donau hat sowohl in der ungarischen als auch in der bulgarischen Stromstrecke auf einen Kilometer Länge weniger als 5 cm Gefälle; in der vorgenannten Durchbruchsstrecke steigert sich dieses Gefälle auf nahezu 24 cm und dieses verteilt sich der Hauptsache nach auf die einzelnen Katarakte.

Die Erosion hat daher nicht in dem Maße die Ausgleichung des Gefälles bewirkt wie dies bei den Durchbruchsstrecken an der oberen österreichischen Donau geschah, wo mindestens dasselbe durchschnittliche Gefälle auftritt, wie in den anliegenden Flachlandstrecken. Hauptsächlich sind es sechs Katarakte, über denen das Wasser mit großen Geschwindigkeiten in nur wenigen dm Wassertiefe hinunterschoß. Die Regulierung bestand nun in der Aussprengung 60 m, bzw. 80 m breiter Kanäle mit gleichzeitiger Herstellung von Leitwerken mit zwei Meter Wassertiefe unter Niederwasser. Dieses Ziel wurde anfänglich nicht erreicht. Durch diese Aussprengungen wurde nämlich derselbe Zweck erreicht wie durch die Niederlegung eines Stauwehres. Der durch die Felsbänke erzielte Stau senkte sich und neue Felsspitzen traten zutage, welche neue Hindernisse bildeten. Es mußten daher der zehnjährigen Hauptarbeit Nachtragssprengungen folgen, um die Fahrwassertiefen in den ausgesprengten Kanälen zu vergrößern. Wenn nun auch die Fahrtiefen verbessert wurden, die großen Geschwindigkeiten in den Kanälen blieben und bilden ihrerseits nach wie vor ernste Schiffshindernisse.

Bei normalem Wasserstand (plus 1 m des Pegels in Orsova) können gegenwärtig durch den Kanal beim Eisernen Tor Schlepper mit 2 m Tauchung und oberhalb Orsova in der übrigen Kataraktenstrecke solche mit 1,60 m Tauchung verkehren, während vor der Regulierung (bei plus 1,25 m Wasserführung am Pegel in Orsova) nur eine Tauchtiefe von 0,65 m möglich war.

Die Geschwindigkeit des strömenden Wassers hat sich jedoch gegen früher nicht wesentlich geändert. Sie beträgt gegenwärtig in der Fahrrinne bei normalem Wasserstand im Eisernen Tor-Kanal nahezu 4 m/sec, die bei höherem Wasserstand bis 5 m/sec ansteigt, bei Greben 3,5 m/sec, die sich bis 5,5 m/sec erhöht. Dagegen beträgt die Wassergeschwindigkeit der Donau an den Anschlußstrecken oberhalb Moldava bis Gönyö und unterhalb des Eisernen Tores bis zur Sulina nur 0,65 bis 1,2 m/sec.

Die hohe Wassergeschwindigkeit in der Kataraktenstrecke beeinflußt die Schiffahrt in der Bergfahrt sehr ungünstig.

Nur die größten Zugdampfer können bei Anspannung ihrer Maschinenstärke auf 1000 PS einen 650 Tonnen-Schlepper mit 1,6 m Tiefgang und 450 Tonnen Ladung mit der sehr geringen Geschwindigkeit von etwa 35 Minuten per Fahrtkilometer durch die Kanalstrecke schleppen.

Zur Aufschleppung eines mit 666 Tonnen Nutzlast beladenen Schleppers sind zwei Zugdampfer mit zusammen 1600 PS notwendig, während ein Zugdampfer von 1000 PS auf der unteren Anschlußstrecke der Donau 8 Schlepper, auf der oberen Anschlußstrecke 7 Schlepper bewältigen kann. Zum Zuge einer Tonne Nutzlast müssen somit in dieser Kanalstrecke 2,3 indizierte PS aufgewendet werden, während in den Anschlußstrecken im Mittel nur 0,3 PS für die gleiche Leistung genügen.

Dieses außerordentlich hohe Aufgebot an motorischer Kraft verteuert den Schiffszug durch die regulierte Donaustrecke bedeutend gegenüber den gleichen Kosten auf den beiderseitigen Anschlußstrecken der Donau.

Diese geringe Leistung der Zugdampfer hat dann auch zur Folge, daß im Zeitraum von 24 Stunden nur 16 geladene Schlepper stromaufwärts befördert werden können.

Bei diesen hohen Kosten der Schiffahrt hat sich letztere auf der unteren Donau auch nicht annähernd den großen Strömen Deutschlands entsprechend entwickeln können. Der heutige Verkehr ist nicht wesentlich größer, als zur Zeit vor der Regulierung und hat eine Million Tonnen jährlich noch nicht erreicht. Neuerliche Sprengungen sind keineswegs erfolgversprechend. Sie hätten zweierlei Aufgaben gerecht zu werden. Einerseits die Vergrößerung der Tauchtiefen, anderseits die Verminderung der Stromgeschwindigkeiten.

Bezüglich der Vergrößerung der Tauchtiefen müßte durch die Planung einer Uebertiefe der Tendenz der Groß-Schiffahrt nach immer größern Kahntypen mit immer größerem Tiefgange Rechnung getragen werden. Diese Entwicklung nach immer größerer Tauchtiefe verursacht auch in anderen Stromstrecken, wie z. B. in der österreichischen Stromstrecke, wo schon in früheren Zeiten Sprengungen vorgenommen worden sind mit einer seichteren Tiefenlage als sie heute die Groß-Schiffahrt verlangt, Schwierigkeiten, weil der Stromgrund voraussichtlich mit Sprengstücken bedeckt sein dürfte, die einen die Sprengwirkung behindernden Polster für die Tiefersprengung abgeben würden.

Die Milderung der großen Geschwindigkeit in den einzelnen Kataraktenstrecken könnte nur durch eine Sohlenregulierung im größten Stile erreicht werden, die sich einheitlich auf die ganze 106 km lange Strecke beziehen müßte.

Es würden auf diese Art Millionen von Kubikmeter Felsen zu sprengen oder zu brechen sein. Eine rationelle Verbesserung bzw. eine radikale Beseitigung dieser Hindernisse kann nur in der Kanalisierung der ganzen Donaustrecke von Moldava bis unterhalb des Eisernen Tores gefunden werden.

Das hiezu erforderliche Betriebswasser ist in genügender Menge vorhanden, da die Donau hier bei dem normalen Wasserstand von + 1 m am Pegel in Orsova 2400 m³/sec führt.

Eine solche Kanalisierung wurde schon wiederholt, so auch im Jahre 1881 bei Besprechung des szt. Regulierungsprojektes im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine vorgeschlagen.

Als Hauptgrund gegen eine derartige Anlage wurde damals geltend gemacht, daß die Schleusen und die weiters erforderlichen baulichen Anlagen im Falle eines Krieges vom Feinde leicht zerstört werden könnten und die Schiffahrt dann dauernd unterbrochen wäre. Das Haltlose dieses Argumentes braucht wohl nicht eingehend widerlegt zu werden.

Auch die Bauunternehmung Luther in Braunschweig, welche an den seinerzeitigen Sprengungsarbeiten beteiligt war, hat im Jahre 1897 die Herstellung einer Schleuse am Eisernen Tor projektiert, allerdings hauptsächlich zu dem Zwecke, dort eine Wasserkraft von ca. 20000 PS auszunützen.

Wenn auch nicht in dem Maße wie in der Kataraktenstrecke O Moldava Turn Severin wird es in den Felsstrecken zwischen Inn-Mündung und Krems, insbesondere im Aschacher Kachlet und bei Grein notwendig werden, die Schiffahrtshindernisse zu überstauen und zur Kanalisierung zu greifen, wie es für das bayerische Kachlet von Hofkirchen bereits der Fall ist.

Damit nicht zu verwechseln ist die Kanalisierung der Donau

[3]) Ing. Paul Klunzinger: „Die Regulierung des Eisernen Tores und der übrigen Katarakte an der unteren Donau." Allg. Bauzeitung. Wien 1899.

Digitized by Google

von der Einmündung des Rhein-Main-Kanales bei Kelheim bis hinab nach Regensburg.

Letztere ist lediglich durch die Wasserführung der Donau und das Gefälle bedingt, während die nicht felsige Donaustromstrecke von Regensburg bis zum Hofkircher Kachlet durch die Niedrigwasserregulierung auf die volle Leistungsfähigkeit gebracht werden wird.

In der ungarischen Stromstrecke von Gönyö bis O Moldava ist nur eine Stelle vom Standpunkt der Schiffahrt erwägenswert, das ist der große Gefällsbruch unterhalb Gönyö, wo selbst das Schleppvermögen das noch nicht vollkommen verriebene Geschiebematerial nicht mehr weiter stromabwärts zu treiben vermag. Wohl ineinander greifende Konzentrationsmaßnahmen werden das periodenweise zu leistende Baggerquantum auf ein Minimum herabsetzen können.

Die rumänisch-bulgarische Donau mit ihrem geringen Gefälle von Turn Severin abwärts, in welcher stellenweise der Strom eine Breite von 1½ km erreicht, bietet als Wasserstraße keinen besonderen Anlaß zu Bemerkungen.

Die Donau-Mündung und die Erhaltung möglichst günstiger Navigationsverhältnisse ist seit 1856 der Sorge der europäischen Donaukommission unterstellt, und wenn sie den wasserärmsten Arm, die Sulina, zum Schiffahrtsweg gewählt hat, so ist sie zweifellos von der Erwägung ausgegangen, daß der wasserärmste Stromarm (er führt nur 6% der Wassermasse der Donau in der Mündung) auch die kleinste Menge des bis zu 80 Millionen Tonnen pro Jahr betragenden Sand- und Schlammquantums zu transportieren hat, das der Strom ins Schwarze Meer trägt.

Deshalb wird auch die Sulina-Mündung am leichtesten zu erhalten sein und sich die unvermeidliche stete Verlängerung der Molenbauten am langsamsten vollziehen, während das Delta des wasserreichsten Kiliaarmes (letzterer führt 66% des Gesamtquantums des Stromes) jährlich um mehr als 60 m seewärts rückt. Der bisherige Erfolg der europäischen Donaukommission ist daher auch ein ganz nennenswerter.

Während die Tiefe im Sulinaarm zu Beginn der Tätigkeit der Kommission im Jahre 1856 2,44 m betrug, ist sie bis zum Ausbruch des Weltkrieges auf 7 m gestiegen. Und dennoch muß hier auf einen Vorschlag zurückgegriffen werden, den im Jahre 1916 der verstorbene nautische Direktor der I. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Viktor Suppan, allerdings aus politischen Motiven der Oeffentlichkeit zur Verfügung stellte, welche Motive heute nicht mehr als maßgebend bezeichnet werden können.

Es betrifft dies die Herstellung einer künstlichen Wasserstraße, welche die Donau von Cernavoda durchs alte Karasultal mit dem Schwarzen Meer bei der Hafenstadt Konstanza verbinden würde. Der Kanal hätte nur eine Länge von 47 km. Das einzige Schiffahrtshindernis bildet der längs der Meeresküste sich hinziehende ca. 8 Kilometer breite Kalksteinwall, der an seiner höchsten Stelle 58 m über dem Meeresspiegel liegt. Ob dieser Kalksteinwall zu durchbrechen wäre oder eine Schiffseisenbahn dieses Hindernis zu beseitigen hätte, wäre dem Projektanten zu überlassen. An der Kanalabzweigung bei Cernavoda ließe sich aber gegebenenfalls Betriebsenergie gewinnen. Maßgebend wäre aber für dieses Projekt immerhin der Umstand, daß durch diesen Kanal der Wasserweg nach Konstantinopel um 500 km abgekürzt werden könnte.

Für die Beurteilung der Schiffahrt an der Donau und ihrer Ausgestaltung ist auch die Entwicklung der Betriebsformen nicht unwesentlich.

Bis vor einigen Jahren war die Groß-Schiffahrt an der Donau fast lediglich auf den Schleppzug eingestellt. Erst in letzterer Zeit sind die Selbstfahrer in Verwendung gekommen, also Warenboote mit eingebauten Motoren, meist Dieselmotoren, die vornehmlich der Bayerische Lloyd und die Süddeutsche Donau-Dampfschiffahrt in Dienst stellten. Sie haben eine größere Fahrgeschwindigkeit und ein geringeres Raumbedürfnis für die Ausführung ihrer Bewegungsmanöver. Sie kommen weniger für den Transport schwerer Massengüter als vielmehr für höherwertige Güter in Betracht, wo der rasche Transport eine hervorragende Rolle spielt. Ihre Zukunft wird auch darin erblickt werden müssen, daß sie den Güterverkehr aus den Zuflüssen weiter flußaufwärts derselben begünstigen werden.

Eine etwas geringere Ausnutzung der Tauchtiefe wird keine so einschneidende Wirkung auf den Nutzeffekt ausüben wie beim Schleppzug. Die Verdrängung des Schleppzuges durch Selbstfahrer muß späteren Zeiten zur Entscheidung anheimgestellt werden.

Die Donau kann den Anforderungen an eine vollkommene Wasserstraße nur dann gerecht werden, wenn ihre Verbindungen zu den anderen Wasserwegen ausgebildet und ihre Hafen- und Umschlagseinrichtungen vollkommen befriedigend ausgeteilt und eingerichtet sind. Mit der Erbauung des Rhein-Main-Donaukanales ist der Weg nach Osten erschlossen. Der Donau-Oderkanal, wie ihn die tschechoslowakische Republik plant, kettet die nordischen Flußsysteme an den Donaustrom und an den fernen Südosten.

Es fehlt noch an einer Verbindung von Süddeutschland nach Nordosteuropa und diese kann nur über Wien nach Mähren führen, etwa in der Trasse des Donau-Oderkanales, wie ihn die bestandene österreich-ungarische Monarchie plante, ein Kanal, der für die Kohlenversorgung von Wien und der österreichischen Alpenlande von höchster Bedeutung wäre. Der direkte Weg von Mähren zur Donau, die direkte Linie von Nord nach Süd, wäre am zweckmäßigsten durch die Kanalisierung der March von Göding (Hodonin) nach Theben (Deveny) zu erreichen.

Der Ausbau dieses Dreiecks erscheint unvermeidlich und sollte nicht vom Standpunkt der Nationalleidenschaft aus beurteilt werden. Hingegen könnte die Entscheidung über eine Schiffahrtsstraße von der oberen Moldau bei Budweis direkt zu einer passend gelegenen Stelle des Donaustromes besser einem späteren Zeitpunkte anheimgestellt werden.

Ein reger Verkehr am Strom setzt auch noch die Errichtung entsprechend verteilter Schutzhäfen voraus, um die Schiffahrt gegen Eisgefahren zu schützen, wobei insbesondere die Stromstrecke zwischen Linz und Wien in Betracht käme.

Von ganz besonderer Bedeutung wäre die Ausgestaltung Wiens zu einem Knotenpunkt des Donauhandels.

Die geographische Lage der Stadt, ihre ganze historische Entwicklung, die günstige Lage in bezug auf Bahnverbindungen, das große Interesse, welches Wien stets den Donaufragen entgegenbrachte und durch große finanzielle Aufwendungen dokumentierte, weisen darauf hin, daß nur Wien als Hauptsitz des künftigen Donauverkehres in Betracht kommen muß.

Keine Stadt an der Donau existiert, die, wie gerade Wien, schon so viel für seine künftige Arbeit vorbereitet hat. Wien hat die am rechten Ufer gelegenen Umschlagseinrichtungen ersten Ranges, Hafenanlagen in der Freudenau und in der Kuchelau, sowie den 16 km langen Wiener Donaukanal, der endlich der Vollendung der Kanalisierung zugeführt werden muß.

Digitized by Google

Vor allem aber ist es das linke Stromufer mit dem alten Donaubett, das schon seit jeher als ein großer Hafen gedacht war und in einem Ausmaße einer Ausgestaltung zugeführt werden kann, wie sie nur wenig Anlagen in Europa aufweisen. Von diesem ausgedehnten Hafenterritorium müßte die künstliche Wasserstraße nach Mähren zur March führen.

Der Wiener Hafen könnte mit seinen großen, so günstig gelegenen Wasserflächen dem wachsenden Bedarf gemäß allmählich ausgestaltet werden; dasselbe wäre bezüglich eines Freihafens der Fall, mit dessen erster Ausgestaltung nicht länger zugewartet werden sollte.

II.

DIE AUSNÜTZUNG DER DONAUWASSERKRÄFTE.

a) Folgerungen hinsichtlich der Morphologie des Flußbettes.

Von F. Schaffernak.

Schon vor dem Weltkriege wurde von verschiedenen Seiten die Ausnützung der Donauwasserkräfte, aber vornehmlich jene in der österreichischen Donaustrecke von Passau bis Theben und in der Kataraktenstrecke beim Eisernen Tor in Anregung gebracht.

Unmittelbar nach dem Zusammenbruche der österreichisch-ungarischen Monarchie, mit der Schaffung der Republik Oesterreich, welche kohlenarm ist, wuchs die Zahl der Vorschläge und Projekte, die sich auf die Errichtung von Wasserkraftwerken an der Donau bezogen. Keines dieser Projekte ist bisher realisiert worden. Im allgemeinen sind die Hindernisse in den Schwierigkeiten in der Kreditbeschaffung zu suchen. Diese waren wieder verursacht durch die Unsicherheit in der Rentabilität dieser Anlagen, namentlich aber durch die Konkurrenz kleiner Anlagen an den Zubringern der Donau, welche den momentanen, geringen Energiebedarf voll zu decken in der Lage waren, ohne so hohe Investitionen, wie sie der Ausbau der Donauwasserkräfte verlangt, zu fordern. Ferner verschob das Sinken der Kohlenpreise und die Fortschritte der Wärmetechnik die Grenze der Wirtschaftlichkeit zwischen Wärmekraft- und Wasserkraftanlage zuungunsten der letzteren, solange nicht eine hochprozentige Ausnutzbarkeit der Wasserkraftanlage gesichert war. Im besonderen liegt aber der Grund der Zurückstellung des Ausbaues der Donauwasserkräfte in den Interessengegensätzen zwischen Schiffahrt und Kraftnutzung und in der Befürchtung für die Aufrechterhaltung eines befriedigenden Flußzustandes, sobald dem Strome zu große Energiemengen entzogen werden, welcher Entzug wie bekannt die Geschiebeförderung wie Geschiebeverarbeitung störend beeinflußt. Beispielsweise wurden bei den in den Jahren 1911 bis 1919 geführten Verhandlungen über das projektierte Donaukraftwerk bei Wallsee, an der Grenze zwischen Nieder- und Oberösterreich, alle diese Fragen in eingehender Weise besprochen und wenn auch schließlich diesem Projekte die wasserrechtliche Konzession erteilt worden ist, so geschah dies unter Bedingungen in bezug auf Umgestaltungen an diesem Projekte, die ihrerseits wieder weitere Erkenntnisse der Morphologie des Flußbettes voraussetzten.

Seit dieser Zeit hat aber Theorie und Praxis auch in diesem Zweige des Wasserbaues einen Schritt nach vorwärts getan, so daß man diesen schwierigen Problemen nicht mehr ohne Vorbereitung gegenübersteht. Wie nach dem neuesten Stande der Lehre von den Umformungen des Flußbettes, der Morphologie des Flußbettes, diese maßgebende Frage über den Einfluß des Ausbaues von Wasserentnahme- bzw. Stauanlagen auf die Gestaltung der Flußsohle behandelt werden kann, darauf soll nunmehr näher eingegangen werden.

Die Ausnützung der Donauwasserkräfte läßt sich unter der Bedingung der Aufrechterhaltung des Schiffsverkehres prinzipiell in dreierlei Ausgestaltungsformen ermöglichen.

1. Die Entnahme des Werkkanalwassers aus dem Strome erfolgt ohne Einbau eines Wehres (freier Einfang), wobei die Schiffahrt entweder im Strome verbleibt oder in den Werkkanal geleitet wird und die Ueberwindung der Wasserspiegeldifferenz mit Hilfe einer beim Krafthause gelegenen Kammerschleuse bewerkstelligt wird.

2. Die Entnahme des Betriebswassers für die Wasserkraftnutzung erfolgt unter Verwendung einer hohen beweglichen Stauanlage im Strome (gesicherter Einfang), jedoch ohne Erstellung eines eigentlichen Werkkanales (Kraftanlage ohne Rinngefälle). Das Krafthaus liegt im Wehrprofile und der Schiffsverkehr erfolgt bei aufgestelltem Wehre durch seitlich angeordnete Kammerschleusen.

3. Die Entnahme des Werkkanalwassers erfolgt mit Hilfe einer hohen beweglichen Stauanlage, an die ein Werkkanal zum Zwecke der Vermehrung des Nutzgefälles anschließt (Kraftanlage mit Stau- und Rinngefälle). Die Schiffahrt verbleibt entweder im Strome, wobei die Schiffe die Wasserspiegeldifferenz in Kammerschleusen, die seitlich vom Wehre liegen, überwinden oder die Schiffahrt wird durch den Werkkanal geleitet und eine Kammerschleusenanlage beim Krafthause dient der Hebung bzw. Absenkung der Fahrzeuge. Für die Beurteilung der Wirkung des durch den Einbau der Wasserkraftanlage geänderten Regimes der Wasserführung auf das Geschieberegime des Flußlaufes kann die Wasserabgabe aus den Kammerschleusen wegen ihrer Kleinheit gegenüber den Wassermengen des Stromes bzw. jenen, die für die Wasserkraftnutzung benötigt werden, außer Betracht bleiben. Es vermindert und vereinfacht sich daher die vorliegende Aufgabe auf die Untersuchung der charakteristischen Fälle, die von nun an bezeichnet werden als Kraftwerk mit freiem Einfang und Kraftwerk mit gesichertem Einfang, wobei noch zu unterscheiden ist, ob die Anlage mit oder ohne Rinngefälle arbeitet.

Die Behandlung der gegenständlichen Fragen kann nur unter Zuhilfenahme der Grundlagen der Lehre über den Geschiebebetrieb und die Geschiebeführung[4]), sowie unter Beachtung der Kenntnisse über die Berechnung der Geschiebefrachten und der Flußbettumbildungen[5]) erfolgen. Um schließlich eine vergleichsweise Betrachtung über den Grad der Beeinflussung durchführen und damit letzten Endes „die Vorteile und Nachteile der einzelnen Ausgestaltungsformen der Wasserkraftanlagen vom Standpunkte der Erhaltung des Gleichgewichtes der Flußsohle“[6]) beurteilen zu können, ist es angezeigt, vorerst die Umbildungstendenz im ersten Abschnitte des Umbildungsvorganges der Flußsohle und das Umbildungsergebnis, d. s. die mit Erreichung des neuen Gleichgewichtszustandes ausgebildeten Umformungen, gegenüberzustellen. Zum Verständnis der nun folgenden Darstellung sei eine kurze Erläuterung von in der

[4]) F. Schaffernak, „Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen.“ Wien 1922.

[5]) F. Schaffernak, „Die Wirkungen des Ausbaues von Großwasserkraftanlagen auf das Flußregime.“ Wasserwirtschaft 1924, H. 15, 16.

[6]) F. Schaffernak, bisher unveröffentlicht.

Digitized by Google

Folge immer wiederkehrenden Begriffen und Bezeichnungen vorausgeschickt.

Die Umbildungstendenz eines Flußlaufes, dessen Ufer bereits befestigt sind, kann entweder in einer Auflandung, der Hebung, oder in einem Abtrag der Flußsohle, der Eintiefung, bestehen. Tritt weder Hebung noch Eintiefung auf, dann bleibt die alte Gleichgewichtslage bestehen oder ist die Hebung sowie Eintiefung schon zur Ruhe gekommen, dann ist das Umbildungsergebnis, entweder wieder die alte oder auch eine neue Gleichgewichtslage erreicht. Die neue Gleichgewichtslage wird entweder durch eine parallele Verschiebung der Flußsohle, der Parallelhebung, oder durch Ausbildung eines neuen Gleichgewichtsgefälles, also durch eine Gefällehebung erreicht.

Nicht im gesamten Einflußbereiche der Wasserkraftanlage ist die Umbildungstendenz oder das Umbildungsergebnis einheitlich, sondern die Art der Umbildung wird je nach den charakteristischen Flußstrecken, nämlich der Einfangstrecke — sie liegt flußaufwärts des Einfanges —, der Entnahmestrecke — sie liegt zwischen Werkseinfang und der Wasserrückgabe, der Mündung des Unterwasserkanales — und der Rückgabestrecke — sie liegt flußabwärts der Wasserrückgabe —, verschieden sein.

Das Maß der Umbildung wird wieder wesentlich von der Größe des Wasserentzuges durch das Kraftwerk und wie später gezeigt werden wird, von der Ausgestaltungsform der Anlage abhängen.

Beim Kraftwerk mit freiem Einfange wird sich die Umbildung im allgemeinen wie folgt vollziehen:

Die Aenderung der Wasserführung in der Entnahmestrecke vermindert die Geschiebefracht und bewirkt damit eine Hebung in dieser Flußstrecke. Diese Hebung verursacht wieder einen Rückstau in der Einfangstrecke, was schließlich zu einer Hebung der Flußsohle in diesem Flußabschnitt führt. Beide Hebungen müssen aber die Geschiebefracht in der Rückgabestrecke vermindern, also in dieser Flußstrecke eine Eintiefung nach sich ziehen.

(W. 864.) (Fortsetzung folgt.)

II. Internationaler Kongreß für technische Mechanik.

Zürich 12. bis 17. September 1926.

Es ist nicht die Absicht der folgenden Zeilen ein vollständiges Bild des Züricher Kongresses zu entwerfen, einerseits weil es dadurch, daß in drei Sektionen, einer für rationelle Mechanik, einer zweiten für Elastizitäts-, Plastizitäts- und Schwingungslehre und einer dritten für Aero- und Hydromechanik, gleichzeitig Vorträge gehalten wurden, unmöglich war, allen zu folgen, anderseits weil den Leserkreis dieser Zeitschrift nur ein geringer Teil der gehaltenen Vorträge interessieren wird. Der Berichterstatter muß es sich auch versagen, über die prinzipielle Bedeutung solcher Kongresse sich zu verbreiten, und er kann dies auch ruhig tun, weil dieselbe außer Frage steht. Wenn von anderer Seite[1]) auch bedauert wurde, daß die Beteiligung der Ingenieure für Flugzeugbau, für Wasserkraft- und Windkraftnutzung, Maschinenbau usw. an der Dikussion eigentlich fehlte, so möge bedacht werden, daß diese Herren einen guten Teil neuer Anregungen aus der Teilnahme an den Vorträgen geschöpft haben und sicherlich in der Fachliteratur der nächsten Monate sich mancherlei finden wird, was als Diskussionsbemerkung zu den Züricher Vorträgen aufgefaßt werden kann. Während der Tagung hat Reißner (Charlottenburg) bedauert, daß die Vorträge nicht schon einige Wochen vorher im Drucke den Teilnehmern zugestellt wurden; wenn dies getan worden wäre, wäre sicherlich die Diskussion fruchtbringender gewesen; so müssen wir eben es den technischen Zeitschriften überlassen, die Nachlese des Kongresses zu bringen.

Den Reigen der hier interessierenden Vorträge eröffnete Ackeret (Göttingen) mit einem Vortrag über Grenzschichtabsaugung, dessen wesentlicher Inhalt den Lesern der VDI.-Zeitschrift aus Heft 35, Seite 1153 bis 1158 bekannt ist, so daß ein näheres Eingehen hier überflüssig erscheint. Gewissermaßen als Fortsetzung der von Spannhake (Karlsruhe) auf der Hydraulik-Tagung in Göttingen 1925 mitgeteilten Untersuchungen über die zweidimensionale Strömung in einem reinen Zentripetalrad brachte Sörensen (Karlsruhe) eine Mitteilung über Potentialströmungen durch rotierende Kreiselräder. Während sich seinerzeit Spannhake auf den Fall des radialen Schaufelsternes mit beliebiger Schaufelzahl und beliebigem Radienverhältnis beschränkte, untersucht Sörensen eine Pumpe mit gekrümmten Schaufeln. Es gelingt ihm ein Ansatz, bei welchem er die Bedingungen für stoßfreien Eintritt und tangentiales Abströmen bei beliebig vorgeschriebenen Ein- und Austrittswinkeln der Schaufeln zu erfüllen vermag. Die für den Pumpenkonstrukteur wichtige Frage nach der Leistungsaufnahme wird dahin beantwortet, daß die nach der Euler'schen Formel errechnete Leistungsaufnahme immer größer ist als die aus den neuen Ableitungen zu bestimmende. Ueber verschiedene Strömungserscheinungen referierte Prasil (Zürich). Seine Ausführungen waren durch die Vorführung einiger photographischer Strömungsaufnahmen außerordentlich lebendig und wurden mit großem Beifall begrüßt. Die Aufnahmen sind teilweise in der Dissertation von Oertli und in einer Veröffentlichung von Prasil selbst in der Schweizer Bauzeitung[2]) bekannt geworden. Herr Professor Prasil hatte außerdem die Liebenswürdigkeit, im Maschinenlaboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule verschiedene Strömungen vorzuführen. Am Schlusse seines Vortrages wurde dem in Kürze aus dem Lehramt scheidenden Forscher von den Teilnehmern des Kongresses eine stürmische Ovation bereitet. Nach ihm sprach Föttinger (Berlin) über die Labilität der Potentialströmungen. Dieses Problem ist für den Ingenieur von besonderer Wichtigkeit, als stabil nur diejenigen stationären Potentialströmungen sind, bei denen das Druckgefälle ausnahmslos die Richtung des impulsiven Anfahrdruckgefälles behält, also nur Druckabfall vorkommt, dagegen alle Zonen späteren Druckanstieges labil sind. Ist es möglich in irgendeiner Maschine mit hydraulischer Energieumsetzung den Grundsatz „absolut konvergenter Stromfäden" durchzuführen, so sind die höchsten Wirkungsgrade zu erwarten. Der Vor-

[1]) Dr. Adrian in den V.d.I.-Nachrichten Nr. 30: Internationaler Kongreß für technische Mechanik, 1. Beiblatt, Seite 4.

[2]) Vgl. „Schweiz. Bauztg.", 1924, Bd. 83, H. 24 und 1926, Bd. 88, H. 11, S. 154.

Digitized by Google

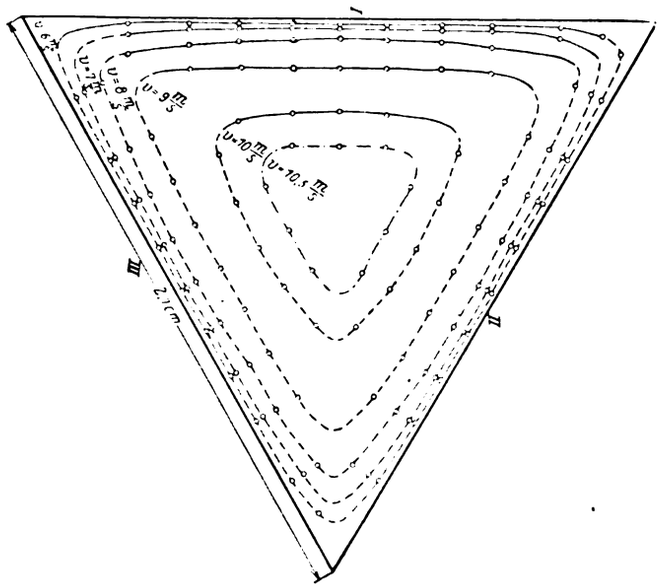


Abb. 1.

tragende verwies auf die Ergebnisse des Turbotransformators, in welchem dieser Grundsatz weitgehend verwirklicht werden konnte.

Ueber die ausgebildete Turbulenz berichtete Prandtl (Göttingen). Seine Gedankengänge sind den Lesern des vom VDI. herausgegebenen Buches: „Hydraulische Probleme“[3]) bekannt. Ich habe sie in meinem Bericht über die Hydrauliktagung in Göttingen in dieser Zeitschrift 1925[4]) skizziert. Eine Reihe von Beobachtungen, deren logische Auswertung Prandtl mitgeteilt hat, sind in den Dissertationen von Nikuradse und Dönch enthalten. Der erstgenannte hat die Geschwindigkeitsverteilung bei ausgebildeter Turbulenz in einem dreieckigen Rohr untersucht. Die Geschwindigkeitsverteilung ist in der seiner Dissertation entnommenen Figur 1 dargestellt. Sie ist insoferne merkwürdig, als die in der Mitte liegenden kurvengleichen Geschwindigkeiten noch nahezu dreieckige Gestalt haben während man doch erwarten dürfte, daß sie nahezu kreisrund ausfallen. Dieses merkwürdige Verhalten muß durch Sekundärströmungen erklärt werden. In der Diskussion bemerkte Kármán (Aachen), daß diese Sekundärströmungen von solcher Größe sein können, daß in der Mitte eines Rohres kleinere Geschwindigkeiten parallel zur Rohrachse herrschen als in einigem Abstand davon. Er fügte allerdings hinzu, daß dieses Phänomen bei Kreisrohren noch nie im Laboratorium beobachtet worden sei, sondern nur in den großen Druckleitungen von ausgeführten Wasserkraftanlagen. Außerdem sei es wegen der vollen Rotationssymmetrie des Kreisrohres schwer zu erklären. Solche Kurven wurden beispielsweise bei der Untersuchung des Walchenseewerkes gewonnen, wie ich der Figur 14 auf Seite 1182 der Z. d. VDI. vom 4. September 1926 entnehme. Soviel mir bekannt ist wurden auch bei den Wassermessungen im Innkraftwerk Töging derartige Geschwindigkeitsverteilungen im Kreisrohr beobachtet.

C. Camichel (Toulouse) trug über den Druckstoß in Rohrleitungen von Turbinenanlagen vor. Auf der Grundlage der Arbeiten von Allievi, Boussinesq, Jouguet, Joukowski, Rateau und de Sparre, sowie eigener und seiner Mitarbeiter Eydoux und Gariel entwickelte er die Theorie der Vorgänge in Turbinenrohrleitungen beim schnellen Schließen oder Oeffnen der Absperrorgane. Auch für den Fall verschiedener Durchmesser und Blechstärken an verschiedenen Stellen des Rohres bleibt das Problem lösbar, wenn man die tatsächliche Druckleitung durch eine fiktive aus 2 oder 3 Abschnitten, auf deren Länge Durchmesser und Blechdicke konstant bleiben, ersetzt.

Honegger (Zürich) berichtete über Metallerosion durch Wasser und Dampf. Zur Erklärung zog er die „Hammerwirkung“ heran, obwohl ihm auch Fälle bekannt geworden sind, bei welchen eine Hammerwirkung nicht in Frage kommen kann. Die Versuche, welche im Auftrag der Firma Brown, Boveri und Cie. in ihren Badener Werken ausgeführt wurden, waren so aufgebaut, daß der Zusammenhang zwischen Erosion und Hammerwirkung, auf den meines Wissens zuerst Föttinger (Berlin) aufmerksam machte, geklärt wurde. Es wurde mit Dampfgeschwindigkeiten bis zu 1200 m/sec und 18% Wassergehalt im Dampf gearbeitet. Die Versuchsergebnisse stimmen im wesentlichen mit den Betriebserfahrungen zusammen und lassen sich so zusammenfassen: Die Erosionsfestigkeit der Metalle ist in erster Annäherung ihrer **Härte** proportional. Die erodierende Wirkung steigt mit der Tropfengröße und -Geschwindigkeit. Ueberschreitet die Geschwindigkeit eine gewisse Größe, so wird jedes heute bekannte Material rasch angegriffen.

Die Untersuchungen von Hamel (Berlin) scheinen eine Lösung für die Formgebung der Düsen von Peltonturbinen vorzubereiten, die allerdings erst dann vollständig wird, wenn der Einfluß der Nadel in der Düse auf die Form des austretenden Strahles eingeführt wird. Vielleicht gelingt es dann auch, zu erklären, warum der Wendepunkt in de Erzeugenden der Nadel — rotations — oberfläche auf einem Durchmesser liegen muß, der größer ist als der engste Düsendurchmesser, eine Tatsache, die jedem Konstrukteur von Freistrahlrädern geläufig ist, ohne daß bisher eine befriedigende Erklärung dafür gefunden worden wäre.[5])

Zum Schluß mögen noch einige Vorträge erwähnt werden, die nicht unmittelbar im Interessenkreis der Leser dieser Zeitschrift zu liegen scheinen, die trotzdem aber die größte Beachtung aller Ingenieure erfordern, die jemals in die Lage kommen eine Turbinenwelle daraufhin zu untersuchen, ob das Eintreten irgendwelcher Erschütterungen der Maschine zu befürchten ist, weil die Welle in einem kritischen Drehzahlbereich läuft. Gerade der Wasserturbinenbau, der mit Rücksicht auf die elastische Deformation sämtlicher Konstruktionselemente meist sehr schwere Wellen anwenden muß, scheint mir dieses Gebiet ein wenig vernachlässigt zu haben. Denn die schwere Welle hat meistens kritische Drehzahlen, die erstaunlich niedrig liegen, jedenfalls wesentlich niedriger als die kritischen Drehzahlen von Dampfturbinenwellen. Gerade bei der schweren Welle scheint mir die Untersuchung von Stodola (Zürich) außerordentlich wichtig. Er hat das unbestreitbare Verdienst, in der Schweizer Bauzeitung 1925 (23. Mai)[6]) auf den Einfluß der Nachgiebigkeit des Oelpolsters auf die kritische Drehzahl hinzuweisen. Seine und später von Hummel erweiterten Rechnungen führen darauf, daß die kritische

[3]) Dieser Jahrgang, H. 10, S. 118, besprochen.
[4]) Diese Zeitschr., 1925, H. 14, S. 231.
[5]) Vgl. Camerer: Vorlesung über Wasserkraftmaschinen, Verlag Engelmann, Berlin 1924, Seite 571.
[6]) Bd. 85, H. 21, S. 265.

Digitized by Google

Drehzahl einer durch ein Oelpolster nachgiebig gelagerten Welle stets kleiner ist als die einer starr gelagerten Welle. Der Unterschied ist um so größer, je biegungssteifer die Welle ist. Einen weiteren Beitrag zur Bestimmung höherer kritischer Drehzahlen schnellaufender Wellen lieferte Koch (Delft). Seine Methode ist sehr anschaulich und deshalb sicherlich berufen, in weiteren Ingenieurkreisen Eingang zu finden. Wenn auch nicht ausführlicher auf diese Methode hier eingegangen werden soll, so verdient doch erwähnt zu werden, daß in der Aussprache zu dem Koch'schen Vortrag Stodola seiner Befriedigung darüber Ausdruck gab, daß Koch eine von Ingenieuren entwickelte graphische Methode weiterentwickelt habe und so die beim Ingenieur beliebten graphischen Methoden gewissermaßen die Anerkennung der Mechaniker gefunden hätten.

Auf Grund einer Einladung der schwedischen Wissenschaftler und Behörden beschloß der geschäftsführende Ausschuß, die nächste Mechanik-Tagung im Jahre 1930 in Stockholm abzuhalten. Die Vorträge des diesjährigen Kongresses werden in einem Sammelband, verlegt bei Orell Füssli, Zürich, gedruckt erscheinen und so weiten Kreisen zugänglich werden.

(W. 858.) Schilhansl.

Zur wirtschaftlichsten Bemessung eiserner Druckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

Von Dr.-Ing. Rudolf Tillmann, Wien.

(Schluß aus Heft 20, S. 244)

Nachstehend ist die Ermittlung der achsenparallelen Spannungen σ_a nach den Gleichungen (8) bis (11) gegeben. (s. Tabelle 5). Mit $\gamma_e = 8000$ kg/m³ und der Reibungsziffer $\mu = 0{,}4$ zwischen Rohr und durchlaufender Unterlage wird:

$\sigma_{a,g} = 0{,}8\ (\sin\psi - 0{,}4)\ \Delta x$ . . . . . siehe Gl. (9).

Mit $\omega = 0{,}000012$, $E = 2{,}150000$ kg/cm² und $\triangle t = +10^0$ C ist ferner:

$\sigma_{a,t} = 0{,}000012 \cdot 2{,}150000 \cdot 10 = 258$ kg/cm² (siehe Gleichung (10).

$\mu_{ü}$ ist im gegebenen Falle sicher kleiner wie μ; es soll jedoch sicherheitshalber $\mu_{ü} = \mu$ gesetzt werden, so daß nach Gleichung (11) $\sigma_{a,ü} = 0$ wird.

Tabelle 5.

Strang Nr.	Δx (m)	$\sin\psi$	$\sin\psi - \mu$	$\sigma_{a,g}$ (kg/cm²)	$\sigma_{a,t}$ (kg/cm²)	σ_a (kg/cm²)
1	71,08	0 4025	+ 0,0025	+ 0,14	258,00	258,14
2	57,35	0,1950	— 0,2050	— 9,42	„	248,58
3	75,11	0,2590	— 0.1410	— 8.47	„	249,53
4	88,11	0,1607	— 0 2393	— 16 86	„	241.14
5	119,93	0,3290	— 0,0710	— 6 81	„	251,19
6	46,17	0,4720	+ 0.0720	+ 2,66	„	260,66
7	62 00	0,4830	+ 0 0830	+ 4,12	„	262,12
8	39,00	0 0628	— 0,3372	— 10.51	„	247,49

In der folgenden Tabelle 6 sind die Gleichungen (7) und (15) ausgewertet und die Beträge der zulässigen Spannung σ entwickelt. Dabei ist die Poissonzahl $m = \frac{10}{3}$ gesetzt und sind die letzten rechnungsmäßigen σ-Werte sicherheitshalber noch um ungefähr 10% verkleinert worden.

15. Ermittlung der rechnungsmäßigen Kostenziffer k_u des Rohrunterbaues. Zur Vermeidung größerer Momentenwirkungen in der Rohrwand infolge des Ueberschüttungsdruckes soll der Unterbau aus einem durchlaufenden Betonbett bestehen, das an den Knickpunkten des Längenschnittes zu kräftigen Festpunkten erweitert ist. Für den schätzungsweise angenommenen mittleren Durchmesser $D_m = 1{,}500$ m der ganzen Leitung können nach Aufzeichnung der entsprechenden Querschnittsabmessungen des

Tabelle 6.

Strang Nr.	$\bar{h}$ (m)	σ_a (kg/cm²)	$\frac{1}{m}\left(\sigma_a + \frac{\bar{h}}{10}\right)$	σ' (s. Tab 4)	σ_r n. Gl. (7)	σ n. Gl (15)	σ (— 10%)
1	24,0	258,14	78,2	1109	1031	1029	930
2	50,0	248,58	76,1	1109	1033	1029	930
3	70,5	249,53	77 0	1109	1032	1029	930
4	93,8	241,14	75 2	1125	1050	1041	940
5	130,0	251,19	79,3	1151	1072	1061	950
6	166 5	260,66	83,2	1169	1086	1072	960
7	202 0	262.12	85 7	1181	1096	1080	970
8	224 2	247,49	81 0	1187	1106	1087	980

Rohrgrabens, der Bettung und der Festpunkte die folgenden in Gleichung (21) aufscheinenden Größen gefunden werden:

$A_{s,m} = 1 \cdot 2{,}10 \cdot 2{,}75 = 1 \cdot 5{,}77$ m³ grobes Schottermaterial mit Felseinlagerungen,

$A_{f,m} \sim$ . . . . . 6,00 m³ grobes Schottermaterial mit Felseinlagerungen,

$B_{s,m}$ . . . . . $1 \cdot 1{,}00$ m³ Beton 1 : 8,

$B_{f,m} \sim$ . . . . . 6,00 m³ „ „ „

$k_a = 13{,}0$ GK/m³ einschließlich teilweiser Felssprengung, Bölzung, Seitenlagerung, Wiederzuschütten und Ebnen,

$k_b = 34{,}7$ GK/m³,

$$K_{u,m} = \frac{1}{1}\left[13{,}0\left(1 \cdot 5{,}77 + \frac{6{,}00}{n}\right) + 34{,}7\left(1 \cdot 1{,}00 + \frac{6{,}00}{n}\right)\right] =$$

$$= 75{,}0 + \frac{78}{L} + 34{,}7 + \frac{208{,}2}{L} = 109{,}7 + \frac{286}{L},$$

$$k_u = \frac{K_{u,m}}{D^2_m} = \frac{1}{2{,}25} K_{u,m} = 48{,}8 + \frac{127}{L}\ (GK).$$

Tabelle 7.

Strang Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
L(m)	77,71	58,47	77,76	89,27	127,90	52,90	77,00	39,90
k_u GK	50,43	50,99	50,43	50,22	49,80	51,24	50,45	52,05

Digitized by Google

B) Bemessung.

1. Unter der Voraussetzung statischer Bemessung der Rohrwandstärken.

In Tabelle 8 sind die einfachen Druckziffern $\varkappa$ nach Gleichung (19) und durch Vermittlung der durch Gleichung (48) bestimmten Zusatzwerte $\triangle\varkappa$ die „erweiterten Druckziffern" $\varkappa + \triangle\varkappa$ für die einzelnen Teilstränge entwickelt. Die Werte n, h_0 und h_u können aus Abbildung 1 abgelesen werden.

stärken δ enthält. In Gleichung (2) sind für die Druckhöhe h die jeweiligen Endwerte h_o und h_u (s. Tab. 8) einzusetzen. Die Durchmesserwerte D sind in Tab. 10 schon auf 50 mm gerundet eingetragen.

Aus Tabelle 10 geht hervor, daß die Stränge Nr. 1—4, deren statisch erforderliche Wandstärke unter 8 mm liegt, nicht nach Abb. 4 bzw. Gleichung (47'), sondern unter Zugrundelegung der Mindestwandstärke von 8 mm nach Gleichung (51') bzw. (52) zu bemessen sind.

Tabelle 8.

Strg. Nr.	Z %	$1+\frac{Z}{100}$	σ (kg/cm²)	k_u (GK)	$\Delta\varkappa$ (m)	n	$\overline{h}_o$ (m)	h_u (m)	$\left(\frac{k_u}{h_o}-1\right)^{\frac{n+1}{2n}}$	$\varkappa$	$\varkappa+\Delta\varkappa$
1	2,5	1 025	930	50,43	60,7	8	8 32	39,58	2,107	25,8	86,5
2	2,5	1,025	930	50,99	61,2	6	44,08	55,48	0,152	50,7	111,9
3	2,5	1,025	930	50,43	60,7	8	60,48	80,61	0,186	71,7	132,4
4	2,5	1,025	940	50,22	61,1	9	86,61	100,96	0,093	94,7	155,8
5	3.0	1,030	950	49,80	61,1	14	108,96	150,73	0,205	131,2	192,3
6	3,0	1,030	960	51,24	63,3	6	153,11	177,61	0 068	163,6	226,9
7	3,5	1,035	970	50,45	62,7	11	181,61	218,81	0 112	202,0	264,7
8	4,0	1,040	980	52,06	65,0	6	221 81	224,26	0,006	223,0	288,0

Nach Gleichung (49) ist der „statische Festwert" $\mathfrak{K}_n$ dem jeweiligen $\left(\frac{\sigma}{1+\frac{Z}{100}}\right)$-Wert verhältnisgleich. Wird demnach $\mathfrak{K}_n = \Phi \cdot \frac{\sigma}{1+\frac{Z}{100}}$ gesetzt, so ist

$$\Phi = \frac{52{,}488 \cdot 10^6 \cdot (\eta_s Q^2)_m \Delta P}{\pi \gamma_e \varphi k_e} =$$

$$= \frac{52{,}488 \cdot 10^6 \cdot 11.47 \cdot 0{,}001227 \cdot 0{,}04}{\pi \cdot 8000 \cdot 1{,}12 \cdot 0{,}60} = 1{,}741.$$

In der folgenden Tabelle 9 sind die $\mathfrak{K}_n$-Werte für alle Teilstränge ausgerechnet.

Tabelle 9.

Strang Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
σ	930	930	930	940	950	960	970	980
$1+\frac{Z}{100}$	1,025	1,025	1,025	1,025	1,030	1,030	1 035	1,040
K_n	1578	1578	1578	1597	1605	1622	1630	1640

Die zusammengehörigen Werte von $(\varkappa+\triangle\varkappa)$ und $\mathfrak{K}_n$ ermöglichen unter Zuhilfenahme von Abb. 4 die unmittelbare Ablesung der gesuchten Rohrlichtweite D für die einzelnen Teilstränge. Die bezüglichen Zeigergeraden sind in der Fluchtentafel Abb. 4 ersichtlich gemacht und die Ergebnisse in Tabelle 10 zusammengestellt, welche auch die nach Gleichung (2) ermittelten Wand-

Tabelle 10.

Strang Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
σ (kg/cm²)	930	930	930	940	950	960	970	980
$\varkappa+\Delta\varkappa$	86,5	111 9	132,4	155,8	192,3	226,9	264,7	288,0
$\mathfrak{K}_n$	1578	1578	1578	1597	1605	1622	1630	1640
D (mm)	1500	1450	1400	1400	1350	1300	1300	1250
δ (mm)	1—4	4—5	5—6	6—8	8—11	11—12	12—15	14—15

Die Grenzhöhe $h_{k,1}$ [s. Gleichung (55)] ergibt sich im Bereiche von Strang Nr. 5 mit $\frac{20 \cdot 950 \cdot 0{,}008}{1{,}350} = 112{,}5$ m.

2. Unter der Voraussetzung einer durchaus gleichen Wandstärke von $\delta_{min} = 8$ mm. Der „astatische Festwert" $\mathfrak{K}_0$ folgt aus Gleichung (51') mit:

$$\mathfrak{K}_0 = \frac{5{,}2488 \cdot 10^6 \cdot (\eta_s Q^2)_n \Delta P}{\pi \gamma_e \left(1+\frac{Z}{100}\right) \delta_{min} \varphi k_e} =$$

$$= \frac{5{,}2488 \cdot 10^6 \cdot 11{,}47 \cdot 0{,}001227 \cdot 0{,}04}{\pi \cdot 8000 \cdot 1{,}025 \cdot 0{,}008 \cdot 1{,}12 \cdot 0{,}60} = 21{,}3.$$

Aus Gleichung (53) ergibt sich:

$$\log D'_0 = \frac{\log 21.3}{6{,}4} = \frac{1{,}3283}{6{,}4} = 0{,}2077,$$

$$D'_0 = 1{,}613 \text{ m}.$$

Digitized by Google

Der Beiwert χ in Gleichung (52) folgt aus Gleichung (51') mit:

$$\chi = \frac{2\,k_u}{\pi\,\gamma_e\left(1+\frac{Z}{100}\right)\delta_{min}\,k_e} = \frac{2\cdot\left(48{,}8+\frac{127}{303\,21}\right)}{\pi\cdot 8000\cdot 1{,}025\cdot 0{,}008\cdot 0{,}60} = 0{,}8.$$

Gleichung (52) nimmt demnach die Form an:

$$(1 + 0{,}8\,D_0)\,D_0^{6,4} = \mathfrak{R}_k.$$

Mit dem ersten Näherungswert $D_0' = 1{,}613$ m gelangt man zu $D_0'' = 1{,}42$ m und mit diesem zu dem hinreichend genauen Wert $D_0 = 1{,}45$ m. Die statische Grenzhöhe h_k ergibt sich nach Gleichung (54) mit $\frac{20\cdot 930\cdot 0{,}008}{1{,}45} = 102{,}5$ m.

Der Durchmesser D_0 ist also im Bereiche der Stränge Nr. 1—4 durchaus anwendbar.

3. Endergebnis (s. Tabelle 11 und Abbildung 1).

$$v = \frac{4\cdot Q}{\pi\,D^2} = \frac{3{,}39}{D^2}.$$

Zur Bestimmung des Reibungsgefälles J dient Gleichung (61), deren Auswertung mit Zuhilfenahme von Abb. 4 nomographisch erfolgen kann. Der bezügliche Festwert beträgt, wenn $Q = 2{,}66$ m³/sec gesetzt und λ mit dem Durchschnittswert 85 eingeführt wird, $k = \frac{11330}{85^2}\cdot\frac{2{,}66^2}{} = 11{,}1$. Der Druckhöhenverlust infolge Reibung ist dann

$$\Delta h_r = J\cdot\frac{L}{1000} \text{ und } \sum_1^8 \Delta h_r = 1{,}22 \text{ m}.$$

Das Eisengewicht eines Leitungsstranges ist nach Gleichung (62) gegeben durch $\pi\,\gamma_e \sum_L \left(1+\frac{Z}{100}\right)(D+\delta)\,\delta l$

Tabelle 11.

Strang Nr.	L (m)	D (mm)	δ (mm)	v (m/sec)	J (‰)	Δh_r (m)	Gewicht (kg) je 1 lfd m	Gewicht (kg) im ganzen
1	77,71	1450	8	1,61	1,5	0,12	300,5	23330
2	58,47	1450	8	1,61	1,5	0,09	300,5	17550
3	77,76	1450	8	1,61	1,5	0,12	300,5	23350
4	89,27	1450	8	1,61	1,5	0,13	300,5	26800
5	127,00	1350	8—11	1,86	2,2	0,28	332,3	42200
6	52,00	1300	11—12	2,00	2,7	0,14	387,2	20110
7	77,00	1300	12—15	2,00	2,7	0,21	457,0	35200
8	39,00	1250	15	2,17	3,3	0,13	490,0	19100
Summe	598,21	—	—	—	—	1,22	—	207640

Die Fließgeschwindigkeiten v sind hierin für die größte Betriebswassermenge $Q = 2{,}66$ m³/sec berechnet nach

oder, wenn mit dem Mittelwert δ_m der Rohrwandstärke gerechnet wird, durch $\pi\cdot 8000\left(1+\frac{Z}{100}\right)(D+\delta_m)\,\delta_m\,L$. Das gesamte Eisengewicht beträgt zirka 208 000 kg. (W. 555.)

Rundschau

Wasserkraftanlagen.

Zuverlässigkeit von Wasserkraftanlagen.

Einem Bericht des Wasserkraftkomitees der National Electric Light Association der Vereinigten Staaten vom Juni 1925 entnehmen wir die folgenden beiden Tabellen, wovon die eine Aufschlüsse über Betriebsverhältnisse von 21 amerikanischen Großwasserkraft-Anlagen während des Jahres 1924 und die zweite einen Vergleich mit Dampf-

Besitzen Sie schon
das neue Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26?
Inhalt und Preis siehe letzte Umschlagseite in Nr. 20.

Digitized by Google

kraftanlagen bringt. Es ist beabsichtigt diese Statistik in diesem Jahre in weit größerem Umfange durchzuführen. Die zu diesem Behufe geplanten Fragebogen umfassen folgende Feststellungen:

„Betriebszeit" ist diejenige Zeit, während welcher das Aggregat auf das Netz arbeitet.

„Ruhezeit" ist diejenige Zeit, während welcher die Maschine aus irgendeinem Grunde nicht auf das Netz arbeitet. Sie schließt sowohl „Stillstand" als auch „Bereitschaft" ein.

„Stillstand" ist diejenige Zeit, während die Maschine entweder nicht gebraucht wurde oder wegen irgendeiner hydraulischen, mechanischen oder elektrischen Störung oder wegen Ueberholung, Reinigung und Reparatur betriebsunfähig ist.

„Bereitschaft" ist die Zeit, während welcher die Maschine still steht, jedoch zur sofortigen Inbetriebnahme hergerichtet ist.

„Bedarfszeit" ist diejenige Zeit, während welcher die Maschine für den Leistungsbedarf oder die beste Verteilung der Last innerhalb des Netzes arbeiten soll, gleichgültig ob sie nun wirklich dafür arbeitet oder gerade betriebsunfähig ist.

„Leistungsverhältnis" ist die gesamte Kraftausbeute während des ganzen Jahres oder der Berichtsperiode, dividiert durch die installierte Leistung. Es gibt ungefähr die Verwendungsart der Maschine bzw. der Anlage an, das heißt ob Spitzen- oder Grundbelastungs-Kraftwerk.

„Ausnützungsverhältnis" ist die gesamte Kraftausbeute während der Betriebszeit, dividiert durch die installierte Leistung. Wenn dieses Verhältnis klein ist, so heißt das, daß die Maschine hauptsächlich bei Teillasten gefahren worden ist.

„Bedarfs-Verfügbarkeitsverhältnis" ist die Betriebszeit dividiert durch die Bedarfszeit. Dieses Verhältnis gibt also Wasserkraftanlagen außerordentlich hoch. (W. 574.)

Schilhansl.

Tabelle 2.

	Wasserkraft	Dampfkraft
Dienstzeit	71,5	72,4
Ruhezeit	28,5	27,6
Stillstand	2,3	12,9
Bereitschaft	26,2	14,7
Bedarf	71,75	78,4
Dienst und Reserve	97,7	87,1
Leistungsverhältnis	42,3	51,6
Ausnutzungsverhältnis	59,3	71,3
Bedarfs-Verfügbarkeitsverhältnis	99,7	92,3

Energiewirtschaft.

Amerikanische Wasserkraftnutzung. Handelssekretär Hoover entwickelte kürzlich in einer Rede ein großzügiges Programm für Ausnützung der Flüsse und Seen des Landes. Bisher habe man sich auf Stückwerke beschränkt und jetzt sei die Zeit gekommen, die Frage als großes Ganzes in Angriff zu nehmen. Die Flüsse und Ströme seien imstande 55 Mill. PS zu liefern und weniger als 11 Mill. PS seien ausgebaut. Im Lande sei die Möglichkeit für die Schaffung von 37 500 km Wasserstraßen und 10 000 km modern eingerichtete seien erst vorhanden. Außerdem wären diese Wasserstraßen von 10 000 km Länge noch nicht einheitlich verbunden. Es gäbe heute noch 30 Mill. Morgen Land, die erschlossen und durch Bewässerung ausbaufähig gemacht werden könnten.

Es würde Jahre dauern, ehe die Anlagen zur Kraftausnutzung fertiggestellt sein würden. Bis dahin würden die Vereinigten Staaten das Land, das durch Bewässerungsanlagen gewonnen werde, gebrauchen um das Volk zu ernähren. Dann werde auch die Binnenschiffahrt mit dem Auslande konkurrieren können. Man könne heute 1000 Bushel (= 35,24 m³) Getreide in See- oder Ozeandampfer 1500 km weit für 20—30 Dollar befördern. In Kanalflachbooten moderner Konstruktion koste es 60—70 Dollar und als Eisenbahnfrachtgut 150—200 Dollar. Die Ausnutzung der weißen Kohle sei nötig zur Entwicklung der amerikanischen Industrien. Die Bevölkerung werde in

Tabelle 1.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittel
Turbinenleistung	13 400	23 500	9 000	14 500	8 750	18 600	7 000	12 000	6 100	5 250	6 000	15 000	
Type	F	F	F	F	F	F	F	F	P	F	F	F	
Aufstellungsart	V	H	V	V	V	H	H	V	H	H	H	V	
Laufradzahl	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
Gefälle	20	52,5	17	61	55	38	155	182	430	102	130	106	
Drehzahl	105,8	200	120	240	300	200	514	257	400	450		360	
Baujahr	1922	1919 1924	1923	1921	1920	1918 1922	1912	1921	1911	1917	1923	1920	
Generatorleistung	10 000	17 500	6 000	10 000	6 000	10 000	3 750	10 600	4 000	3 000	3 750	14 200	
Betriebszeit	99,6	81,8	93,2	99,2	98,1	84,2	99,8	99,8	32,7	29,0	26,3	76,8	71.5
Ruhezeit	0,4	18,2	6,8	0,8	1,9	15,8	0,2	0,2	67,3	71,0	73,7	23,2	28,5
Stillstand	0,4	6,0	1,4	0,8	1,9	0,3	0,2	0,05	1,1	0,1	2,1	4,2	2,3
Stillstand während des Bedarfs	0,4	0	1,4	0,8	1,9	0	0,2	0,05	0	0	0,2	0,1	0,25
Stillstand außerhalb d. Bedarfs	0	6,0	0	0	0	0,3	0	0	1,1	0.1	1,9	4,1	2,05
Bereitschaft	0	12,2	5,4	0	0	15,5	0	0,15	66,2	70,9	71,6	19,0	26,2
Bedarfszeit	100	81,8	94,6	100	100	84,2	100	99,85	32,7	29,0	26,5	76,9	71,75
Leistungsverhältnis	74,3	32,0	84,1	60,0	63,5	58,3	122,0	31,6	19 6	21.0	21,4	29,0	42,3
Ausnützungsverhältnis	74,7	39,1	90,2	60,5	64,7	6 ,3	122,2	31,7	59,9	72,3	8 ,4	38,0	59,3
Bedarfs-Verfügbarkeitsverhältnis	99,6	100,0	98,5	99,2	98,1	100,0	99,8	99,9	100,0	99,9	99,4	99,7	99,7

(W. 574)

Digitized by Google

den nächsten 25 Jahren um 40 Mill. Köpfe zugenommen haben. Soll der heutige hohe Stand der Lebenshaltung aufrecht erhalten bleiben, so müssen alle Hilfsquellen des Landes voll ausgenützt werden. Es sei an der Zeit, ein großzügiges Programm aufzustellen, daß alle großen Wasserbecken des Landes einschließe, sonst würde die wirtschaftliche Ausnützung an der Zersplitterung scheitern. Staaten, Städte und Ortschaften stritten sich heute um Wasserrechte und auch internationale Streitfragen seien bereits aufgetaucht. Ein das ganze Land umfassender Plan sei daher angebracht. Es handle sich in dem Programm als Ganzem um Binnenschiffahrt, Hochwasserschutz, Erschließung von Oedland, Bewässerung und Gewinnung elektrischer Energie. Betreffs des Mississippibeckens und seiner Nebenflüsse sagte der Redner, es könne dort mit geringen Kosten eine Wasserstraße von 1350 km Länge geschaffen werden, die 20 Staaten berühre, und von den großen Seen bis zum Golf von Mexiko reiche. Das ganze System könne mit einer Ausgabe von 125 Mill. Dollar modernisiert werden. Natürlich müsse an Stelle von Stückwerk ein einheitliches System treten.

Der Redner trat für einen 7,5—9 m tiefen Kanal ein, der die großen Seen an den Ozean anschließen würde. Jeder Hafen an den Seen würde dann ein Ozean-Hafen sein. Die Kosten der Getreideausfuhr würden dadurch um 7—8 Cts. pro Bushel verringert werden. Die Ausnützung der Wasserkräfte der Seen würde 4 Mill. PS liefern. Auch die frühere Höhe des Wasserspiegels könne wieder hergestellt werden. Aehnliche Pläne entwickelte der Redner für den Colorado, den Columbia, den Tennessee, den Cumberland, den Rio-Grande und andere Ströme. Er trat für den sofortigen Bau des Boulder Canyon Dammes ein und schloß mit den Worten: „Wir würden unsere Pflicht vernachlässigen, wenn wir die Entwicklung und Ausnützung des Wassers versäumen."

(New Yorker Staatsztg., 22. 8. 26.) O. W. (W. 842.)

Groß-Speicherkraftwerk in der Eifel. Die A.E.G. hat an der Grenze zwischen Preußen und Luxemburg bei Vianden eine nicht nur für das rheinisch-westfälische Gebiet allein bedeutungsvolle Speicherkraftanlage im Gebiet der Our und Irsen entworfen. Dort im Gebiet der Mosel ist oberhalb Stolzenburg ein Staubecken von 800 Millionen m³ Inhalt durch eine 106 m hohe Staumauer geplant, wobei mehrere Ortschaften verlegt werden müssen. Im Hauptkraftwerk bei Stolzenburg steht ein Gefälle von 100 m zur Verfügung. Unterhalb bildet eine zweite 25 m hohe Sperre das Gegenbecken von 7,5 Millionen m³ Inhalt zur Vergleichmäßigung des Abflusses aus dem ersteren Spitzenwerk, unter gleichzeitiger Grundkraftausnutzung. Im ersten Ausbau sollen der oberen Sperre 10 m³/sec aus der Our zugeführt werden. Im zweiten Ausbau soll die Zuflußmenge durch Hereinziehung der östlichen Zuflüsse der Eifel auf 23 m³/sec gebracht und die Sauer ins Gegenbecken zur Ausnützung im unteren Kraftwerk sowie zur Speicherung im oberen Becken durch Hochpumpen eingeleitet werden.

Das Kraftwerk soll als Spitzenwerk für das ganze rheinisch-westfälische Gebiet dienen und dadurch die bisher vorzuhaltende Maschinenreserve von 25% in den Dampfkraftwerken ersetzen, so daß die Benutzungsdauer der Dampfkraftwerke von bisher rund 3000 Stunden auf rund 6000 Stunden steigt, was eine wesentliche Herabsetzung des Wärmeverbrauches für die erzeugte kWh bedeutet. In der letzten Ausbaustufe mit Aufspeicherung der Nachkraft aus den Dampfwerken und aus den süddeutschen Großwasserkraftwerken, deren Zusammenschluß mit dem rheinisch-westfälischen Gebiet durch eine 220 kV-Leitung ja bereits stückweise begonnen ist, wird die Maschinenleistung dieses mitten in einem Hauptverbrauchsgebiet, als an günstigster Stelle, gelegenen Großspeicherwerkes bis auf 600 000 kW gesteigert. Die Jahresarbeit in dieser Ausbaustufe beläuft sich dann auf 170 Millionen kWh aus natürlichem Zufluß und 330 Millionen kWh aus hydraulischer Ueberschußspeicherung. Die erforderliche Pumpenleistung wird dann 250 000 kW betragen. Bei einer Ausnützung der installierten Maschinenleistung während rund 830 Jahresstunden, also im reinen Spitzenbetrieb für ein Gebiet von 4 Milliarden kWh Jahresverbrauch, soll sich nach den heutigen Zinssätzen der Spitzenstrom um 4 Pfg. je kWh erzeugen lassen. Die 106 m hohe Talsperre mit einem Mauerinhalt von 700 000 m³ ist aus Stampfbeton projektiert. Konzessionsbewerber ist das Eifelkraftwerk A.G., an welcher neben der A.E.G. die R.W.E. und der Kreis Bitburg beteiligt sind. (Zentralblatt der Bauverwaltung 1926, Heft 36.) (W. 840.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Hydraulik.

Die jährliche Wasserlieferung der Quellen und die atmosphärischen Niederschläge. Von Ingenieur Mezger. — Wasser und Gas 1926, H. 23, Sp. 1049 bis 1060. — (Größe der Verdunstung; unsichtbare Niederschläge durch Kondensation des Wasserdampfes im Boden und kapillare Aufsaugung der Feuchtigkeit aus der Luft; Wasserhaushalt des Bodens; Quellenerguß; Herkunft des Quellenwassers; Zusammenfassung.)

Grenzschichtablösung. Von Ackeret. — Z. d. V. d. I. 1926, H. 35, S. 1153—1158, mit 17 Abb. — (Die Ablösung der Strömung von einem umströmten Körper kann durch Absaugen der Grenzschicht ins Innere des Körpers hinein verhindert werden. Versuchsergebnisse an verschieden geformten Körpern. Umlenkungen und Diffusoren. Anwendung der Theorie turbulenter Strömung auf diesen Absaugungsvorgang.)

Druckschwankungen in Turbinenrohrleitungen. Von Dr.-Ing. Kreitner. — Die Wasserwirtschaft 1926, H. 10, S. 259—267, mit 8 Abb. — (Physikalischer Vorgang der Druckerhöhung und Reflexion; die Ausgangsgleichungen, Berücksichtigung des Elektrizitätsmoduls des Wassers abhängig von Temperatur und Druck [Nomogramm] sowie der Laufgeschwindigkeit der Druckwelle abhängig vom Rohrmaterial; genaue Ableitung; nomographische Auswertung; linear verlaufender Abschluß; Druckabfall beim Oeffnen; der Gegendruckstoß nach rascher kurzzeitiger Oeffnungsbewegung; Kritik der Vereinfachungen, Fehler bis zu 5%.)

Wasserkraftanlagen.

Betriebserfahrungen der Stromerzeugung für den Zugbetrieb in Bayern. Von Dr.-Ing. Lommel. — Elektr. Bahnen 1926, H. 8, S. 281—288, mit 9 Abb. — (Ausnutzungsziffern besonders des Walchenseewerkes; Schwankungsziffer 1 : 2 bis 1 : 2,5; Erfahrungen hinsichtlich Frequenz- und Spannungsschwankungen; Gefahr träger Reglereinstellung und Arbeiten der Spannungsregler mit Ueberkompoundierung, Einfluß der Zeitkonstante; Ausnutzung der Speicherfähigkeit.)

Der Plan einer Wasserkraftanlage am Rhein bei Bingerbrück. Von Regierungs- und Baurat Buchholz. — Deutsche Wasserwirtschaft 1926, H. 6, S. 81—86, mit 3 Abb. — (Der Gedanke einer Kraftanlage bei Regulierung des Binger Loches durch eine Schleusenanlage, welch erstere sich bei dem

Digitized by Google

geringen Gefälle von 4,15—1,7 m und der daraus folgenden großen Maschinenzahl für die Leistung von 41 000—18 000 PS außerordentlich teuer gestaltet, wird aus örtlichen und wirtschaftlichen Gründen verworfen.)

Wasserkraftanlagen, Bewertung und Bilanzerneuerung. Von Oberbaurat Gelbwachs. — Die Wasserwirtschaft 1926, H. 9, S. 227—232. — (Bewertung auf Grund der mittleren Jahreswassermenge und der „subjektiven" Leistung, d. i. der im jeweiligen Betrieb ausnutzbaren Arbeit an Stelle der „objektiven" Leistung, d. i. der größtmöglichen Jahresarbeit. Die verschiedenen Arten des Sachwertes: Urkostenwert, (heutiger) Neuwert, Zeitwert und Buchwert, Liebhaber- und Handelswert. Ertragswert und seine Ermittlung.)

Die Großkraftanlagen der Mittleren Isar A.-G. Von Dr.-Ing. Schunck. — ETZ. 1926, H. 18, S. 521—527; H. 22, S. 639—643; H. 26, S. 752—757. — (Kurze Beschreibung der Gesamtanlage; Bauprogramm; die maschinellen und elektrischen Einrichtungen: Turbinen und Regler, Rohrleitungen, Generatoren. Sonstige elektrische Einrichtung und Schaltung.)

Die Wasserkraftanlage der Innwerk, Bayer. Aluminium-A.G. Von Dipl.-Ing. Hübsch. — ETZ. 1926, H. 31, S. 897—901; H. 32, S. 936—940; H. 33, S. 964—966; mit 14 Abb. — (Entstehung des Unternehmens. Beschreibung des wasserbaulichen und turbinentechnischen Teiles, der elektrischen Anlagen für Gleichstrom und Drehstrom. Maschinen, Schaltanlagen. Die 110-kV-Uebertragung nach Hart.)

Die Wasserkraftanlage der Rhein-Main-Donau-Schiffahrtsstraße mit besonderer Betonung der Kraftmaschinen. Von Min.-Dir. Dr. Gleichmann. — Deutsche Wasserwirtschaft 1926, H. 8, S. 145—173, mit 51 Abb. — (Entwicklung des Kanalprojektes; der Lech-Zubringerkanal; Vereinigung von Schiffahrt und Kraftgewinnung; eingehende Beschreibung des Kachletwerkes: Entwicklungsgang der Turbinenwahl von Francis- zu Propellerturbinen; Beschreibung der Turbinenanlage. Beschreibung des Kraftwerkes Viereth.)

Das Kraftwerk von Arquata Scrivia der Società Edison. Von G. Guastalla. „L'Energia Elettrica", 3. Band, Nr. 6. S. 459—483, 36 Abb. (Eingehende Beschreibung der Inneneinrichtung und der Verteilungsanlagen des Kraftwerks der Italienischen Staatsbahn.)

Die Ausnützung der Wasserkräfte des mittleren Apennins. Von Dr.-Ing. Sommer. — Bauingenieur 1926, H. 27, S. 525—529, mit 14 Abb. — (Ueberblick; kurze Beschreibung der Anlagen Reno-Limentra mit Talsperre und Sektorschützen und Talsperre Pavana mit Gewölbestaumauer aus drei Bogen.)

Wasserkraftmaschinen.

Das Laboratorium für Wasserkraftmaschinen an der Technischen Hochschule Hannover. Von Prof. Dr.-Ing. Oesterlen. — Z. d. V. d. I., 1926, H. 37, S. 1215 bis 1224, mit 27 Abb. — (Gesamtanordnung; die Niederdruckanlage für 0,9 m³/Sek. und bis 5 m Gefälle für vertikale und horizontale Turbinen, Bremszaum; Schirm-, Ueberfall- und Flügelmessung; Modellversuchsstand für 200—250 mm Laufraddurchmesser bis 0,3 m³/sec; — die Mitteldruckanlage für 90 l/sec und 30 m Gefälle mit Hochbehälter um den Schornstein, Spiralturbine und Pendeldynamo; Freistrahlturbinenstand mit 400 mm Raddurchmesser; Luftpresser zur Sichtbarmachung der Strömungen durch Lufteinblasen; — Eichrinne für Flügel und Staurohre 76,5×1,80×1 m mit Wagen von 0,02—5 m/sec. — Kleiner Kreislauf für 80 l/sec und 1,8 m Gefälle.) —

Turbinprovestasjonen ved Kvaerner Brug. (Die Turbinenprüfstation bei Kvaerner Brug.) Von Direktor Stub. — Teknisk Ukeblad, 1926, H. 31, S. 271—275, mit 5 Abb. — (Alte und neue Turbinenprüfungen; praktische Ergebnisse der Prüfungen; die neue Prüfstation der Firma, ein Standschacht von 2600 mm Durchmesser für horizontale und vertikale Turbinen bis 5 m Gefälle.)

Tragflächenauftrieb- und Turbinentheorie. Von Dr.-Ing. Panteil. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1926, H. 8, S. 183—186, mit 3 Abb. — (Analytische Untersuchung der Fortschritte in der Anwendung der Tragflächentheorie auf Turbinenräder; die sich hieraus ergebenden Rechnungsgrundlagen.) —

Die Eignung der Kaplanturbine für Elektrizitätswerke. Von Ing. Meyer. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1926, H. 6, S. 86—90, mit 12 Abb. — (Kennzeichnende Eigenschaften und neuere Ausführungen, besonders von Storek und Verkstaden; Anlagen Nimburg, Görz (horizontal), Lilla Edet.) —

Die Kaplan- und Propellerturbinen und die Strömungserscheinungen. Von R. Englesson. „Engineering" 1926, S. 484—486. — (Ausführungen über Entstehung von Strömungsvorgängen sowie deren Einfluß auf den Wirkungsgrad und die Leistung. Mitteilungen über Versuche von Thoma, Föttinger, Betz; Versuchseinrichtungen. Baumaterial-Beanspruchungen.) —

Neue Wasserturbinenanlagen. Von Obering. Moser. — Schweiz. techn. Zeitschr., 1926, H. 34/35, S. 598 bis 610, mit 14 Abb. — (Beschreibung bemerkenswerter Großturbinen von E. W. C.: Propellerturbine Chicoutimi: $H = 9{,}15$ m; $Q = 36$ m³/sec; $N = 3500$ PS; $n_s = 670$. — Yanagawara: 3 vertikale Francisturbinen je $H = 119{,}7$—$125{,}8$ m; $N = 27\,500$—$30\,000$ PS; $n = 300/360$. — Galleto der Soc. Terni: 3 vertikale Francisturbinen (später 6×) je $H = 197$ m; $Q = 22{,}5$ m³/sec; $N = 50\,000$ PS; $n = 337/375$; derzeit stärkste Turbinen Europas; Generator unter Flur versenkt. — Vemork in Norwegen: vertikale Francisturb., $H = 280{,}5$ m; $N = 17\,500$ PS; $n = 600$; Bremskranz am Laufrad. — Maipo, Chile: 3 vertikale Freistrahlturbinen mit 4 Düsen, je $H = 204$ m; $N = 17\,500$ PS; $n = 250$; Generator auf den Zuflußrohr-Ring abgestützt. — Bozel-Lamotte: horizontale Freistrahl-Doppelturbinen, 2 Düsen pro Rad, $H = 174$ m; $N = 5400$ PS, $n = 500$.)

Notes sur les turbines rapides. Von Ing. Salgat. — Schweiz. techn. Zeitschr., 1926, H. 34/35, S. 610—616, mit 13 Abbildungen. — (Uebersicht über Entwicklung und Wesen der Schnelläufer, besonders der Propeller. Geschwindigkeits-Verhältnisse, Korrosionsgefahr; Austrittsverlust und Kaplanschaufel; Saugrohr; Anwendungsgrenzen.) —

Neuere Resultate mit „Bell"-Patent-Schnellläufer-Turbinen des Propellertyps. Von Dipl.-Ing. Perrig. — Schweiz. techn. Zeitschr., 1926, H. 34/35, S. 617 bis 622, mit 7 Diagrammen. — (Ergebnisse mit Bell-Schnellläufern, besonders der Anlage Matte und Brunnen, Kavitationsgrenzen.) —

Das Wesen der spezifischen Drehzahl. Von Dr.-Ing. Eck. — Z. d. V. d. I., 1926, H. 30, S. 1015—1016, mit 2 Abbildungen. — (Beziehungen mit den Festwerten der Schraubentheorie, Schiffs- und Luftschrauben. Belastungsgrad $= \frac{\text{Gesamtschub}}{\text{Staudruck}}$ einer Wasserturbine für Propeller- und Francisräder. Dimensionslose Zahl $\psi = \frac{n_s}{646}$).

Digitized by Google

Buchbesprechungen

Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. Sonderabdruck aus dem „Bulletin" des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. 47 Seiten mit 34 Abbildungen. Zu beziehen vom Generalsekretariat des SEV., Zürich. Preis schw. Fr. 2,50.

Der Ausstellungsbericht des SEV. bildet eine geschlossene und vorzüglich informierende Uebersicht über die industrielle und wirtschaftliche Ausstellung der verschiedenen Länder sowie insbesondere über die schweizerische Wasserkraftnutzung und die außerordentlich wertvollen Schaustellungen der schweizerischen Hochschulen. Es ist dankenswert, daß sich der Ausstellungsbericht in Bild und Wort nicht auf die zur Schau gestellten Ausführungen und Projekte, sondern auch auf umfassende wirtschaftliche Angaben erstreckt. In seiner Zusammenfassung und Wahl des Beschriebenen kann der Ausstellungsbericht des SEV. vielleicht als die beste darüber erfolgte in sich geschlossene Veröffentlichung gelten.

(W. 861.) Ing. C. Reindl.

Ueber Querprofile von Binnenschiffahrtskanälen. Von Dr.-Ing. Paul Schmies. 57 Seiten mit 51 Abbildungen und vier Tabellen. Berlin 1925, Verlag Jul. Springer. — Preis geh. RM. 5.10.

Der Verfasser erörtert an Hand einer Anzahl früherer Versuche in Natur und Modell das betriebsmäßige Verhalten der Profilformen und die derzeitigen Profile der Praxis unter Anlehnung an den Hannover-Elbe-Kanal und kommt zu dem Schluß, daß das Trapezprofil dem muldenförmigen Profil vorzuziehen sei. Ob aber alle leitenden Gedanken der Arbeit auch allgemein gültig sind, erscheint zum mindesten fraglich. Das natürliche Fußprofil ist etwas so Wandelbares und den verschiedensten Einflüssen Unterliegendes, daß hieraus für ein künstliches Gerinne nichts bewiesen werden kann oder alles beweisbar ist, je nach Auswahl.

Warum die Schleppzüge bei Begegnung mit halber Geschwindigkeit fahren sollen, wie angenommen wird, ist nicht erfindlich; die Steuerfähigkeit nimmt mit wachsender Geschwindigkeit zu und auch die verschieden gerichteten Rückströmungen beider Schleppzüge heben sich gegenseitig auf, so daß aus letzterem Grunde eine Verringerung des Zugwiderstandes und damit eine Erhöhung der Geschwindigkeit eintreten muß. Bei Fahrt in Kanalmitte als dem Regelfalle schafft das Muldenprofil auch die günstigere Wassertiefe unter dem Schiffsboden.

Bei Fahrt außer der Mitte allerdings gibt das Trapez geringeren Widerstand und größere Fahrsicherheit, so daß starker Verkehr mit vielen Begegnungen auf letzteres Profil hinweist. Die Wirkung der Schiffsschraube, welche sich selbst ein Muldenprofil zu schaffen strebt, fällt dann bei häufiger Seitenfahrt außer Betracht und wird auch beim Fortschreiten des Treidelzuges an Bedeutung verlieren. So ist die Anschauung, daß die Natur sich selbst nach dem Gesetz des geringsten Widerstandes das Muldenprofil schaffe, hier nur mit Vorbehalt anzuwenden.

Eine Norm für diese oder jene Profilform wird sich nie aufstellen lassen, hier spielen örtliche Verhältnisse, Bodenbeschaffenheit u. dgl. zu viel herein.

Der Verfasser hat umfangreiches eigenes und fremdes Material zusammengetragen und mit Umsicht verarbeitet. Die Schrift in ihrem sorgfältigen Aufbau regt zu manchen weiteren Ueberlegungen an. (W. 725.) Ing. C. Reindl.

Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch. Zweiter Band, 25. neubearbeitete Auflage, 1167 Seiten mit 1724 Abbildungen. Berlin 1926, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Preis in Leinen gebunden RM. 14,70, in Leder RM. 17,70.

Dem auf Seite 8 dieses Jahrganges der Zeitschrift anläßlich der Besprechung des ersten Bandes Gesagten, daß sich bei einer 25. Auflage und einem Titel wie „Hütte" eine Kritik von selbst erübrige, ist eigentlich nichts hinzuzufügen. Die Neubearbeitung faßt im zweiten Bande im Gegensatz zu früher hauptsächlich den Maschinenbau zusammen, zieht also auch die Maschinenteile in diesen Band. Durchwegs sind in allen Teilen die neuesten Ausführungen, Gesichtspunkte und Erkenntnisse bei den Erläuterungen wie bei den Tabellen berücksichtigt. Auf die Maschinenteile folgen die Kraftmaschinen, an deren Spitze wertvolle arbeitsphysiologische Untersuchungsergebnisse über den „lebenden Motor" und energiewirtschaftliche Vorbemerkungen erwähnt werden. Der Abschnitt „Wassermotoren" ist im Verhältnis zu deren Bedeutung vielleicht etwas kurz weggekommen, was insbesondere die Grundlagen ihrer Verwendung in Wasserkraftanlagen betrifft. Der Abschnitt über „Arbeitsmaschinen" und „Beleuchtung" ist auf das neueste nachgetragen. Die „Elektrotechnik" mit einem dankenswerten Kapitel über Elektrowärmetechnik hat eine grundlegende Umarbeitung insbesondere nach der für die Anwendungen hin maßgebenden Seite erfahren, um den Nichtelektrotechniker, soweit es für Betrieb und Planung nötig ist, übersichtlich zu unterrichten, aber auch dem Elektriker die nötigsten Daten für die Praxis an die Hand zu geben. Recht dankenswert ist am Schluß die Gegenüberstellung der Alphabete wichtiger europäischer Länder.

(W. 841.) Ing. C. Reindl.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 16. 11. 1926.

27c, 7. A. 47 128. Firma Apparatebauanstalt Axmann & Co. und Erhard Scholl, Alleestr. 112, Bochum. Luttengebläse für Sonderbewetterung. 27. 2. 26.

88a, 6. A. 46 767. Akt.-Ges. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Cie., Zürich, Schweiz; Kreiselmaschine mit drehbar in der Laufradnabe gelagerten Schaufeln. 9. 1. 26. Schweiz 16. 12. 25.

Letzter Tag des Einspruches: 23. 11. 26.

27c, 7. J. 25 731. Isaria-Zählerwerke Akt.-Ges., München. Verschwenkbarer Lüfter. 6. 2. 25.

84c, 2. D. 46 331. Roger Daubin u. Georges Boutet, Argenteuil, Frankreich; Vortreiber und Vorrichtung zum Herstellen von Betonwänden im Erdreich. 10. 10. 24. Frankreich 12. 10. 23.

Letzter Tag des Einspruches: 30. 11. 26.

84a, 3. J. 25 696. Dr.-Ing. Frantisek Jermár, Opava, Tschechoslowakische Republik; Selbsttätiger Klappenwehraufsatz. 30. 1. 25.

88a, 6. E. 32 091. John Elow Englesson, Kristineham, Schweden; Stellwerk für drehbare Laufradschaufeln von Wasserturbinen; Zus. z. Pat. 394 525. 7. 7. 24.

88a, 6. M. 90 972. Firma I. M. Voith, Maschinenfabrik, Heidenheim a. Brenz. Antrieb für Drehschaufeln von Kreiselmaschinen. 15. 8. 25.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 22 **München, 15. November 1926** **21. Jahrgang**

Beitrag zur Frage der Ausgestaltung der Donau als Kraftwasserstraße.

Referat auf der Sondertagung der Weltkraftkonferenz Basel 1926

von R. Halter und F. Schaffernak, Professoren der Technischen Hochschule in Wien.

(Fortsetzung aus Heft 21, S. 258)

Diese Umbildungstendenz führt aber schließlich doch zu einem neuen Gleichgewichtszustand in der Einfang- und Entnahmestrecke und dieser wird den Eintiefungsvorgang in der Rückgabestrecke solange in einen Hebungsvorgang verkehren, als in diesem Flußabschnitte die ursprüngliche Sohlenlage, also die alte Gleichgewichtslage, wieder erreicht ist.

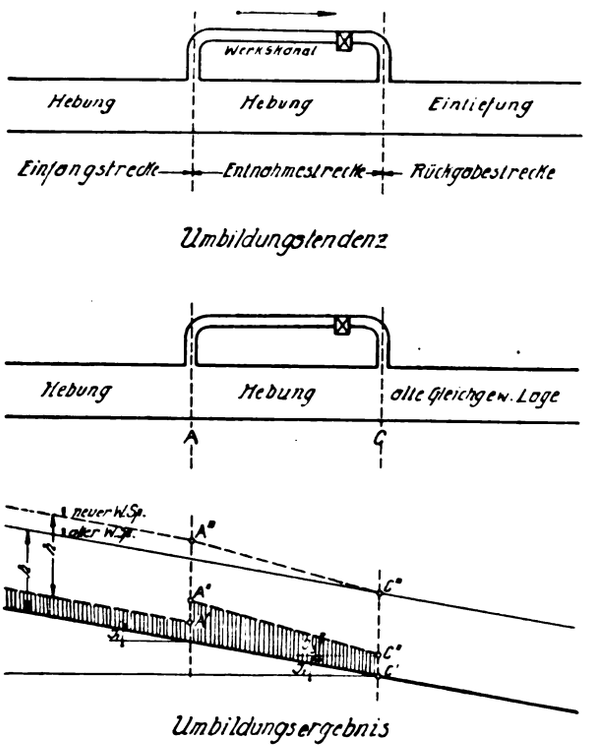


Abbildung 1.

Das Umbildungsergebnis zeigt sich dann im Längenprofile des Flußlaufes (Abb. 1) in einer Parallelhebung der Flußsohle in der Einfangstrecke und in einer Vergrößerung des Gefälles der Flußsohle von J_1 auf J_3, der Gefällehebungen in der Entnahmestrecke. In der Rückgabestrecke ist die ursprüngliche Sohlenlage — die alte Gleichgewichtslage — wieder erreicht.

Beim Kraftwerke ohne Rinngefälle vollzieht sich die Umbildung in folgender Weise.

Die Entnahmestrecke entfällt bei dieser Anordnung und aus diesem Grunde entfallen auch die Beeinflussungen infolge der Regimeänderung der Wasserführung im Flußlaufe. Dagegen tritt im vorliegenden Falle die Beeinflussung infolge des Rückstaues in weit größerem Maße auf, weil man es im praktischen Falle immer mit hohen Stauwehren zu tun hat.

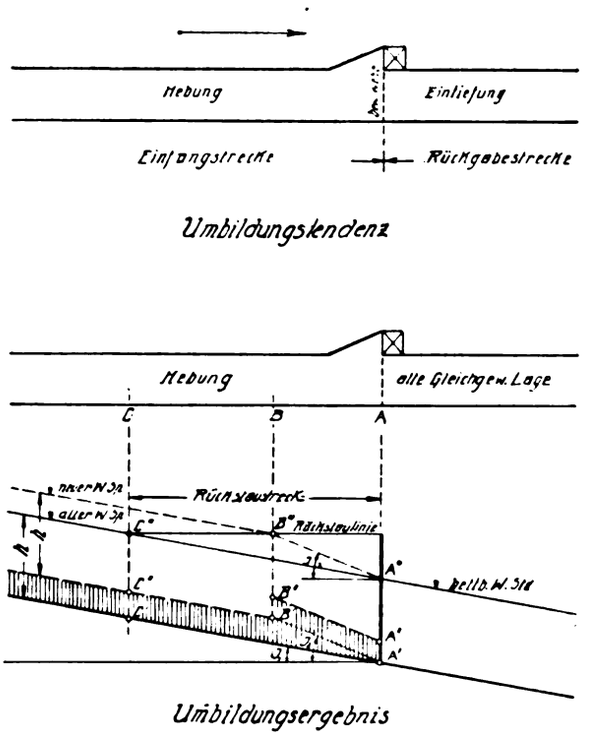


Abbildung 2.

Jeder Wasserrückstau verursacht wegen der Geschwindigkeitsverminderung eine Hebung der Flußsohle und, wie früher gezeigt, zieht jede Hebung im flußabwärtigen Teil eine Eintiefung nach sich. Die Umbildungstendenz kennzeichnet sich demnach beim Kraftwerke ohne Rinngefälle in einer Hebung in der Einfangstrecke und in einer Eintiefung in der Rückgabestrecke.

Schließlich muß auch in diesem Falle die Hebung in der Einfangstrecke zum Stillstande kommen und damit gelangt in die

Digitized by Google

Rückgabestrecke wieder jene Geschiebefracht, wie sie vor Einbau der Wehranlage gefördert worden ist. In diesem Zeitpunkte beginnt sich hier die Umbildungstendenz in eine Hebung zu verwandeln, welche Hebung zum Abschlusse kommt, wenn in dieser Strecke die alte Gleichgewichtslage wieder erreicht ist. Das Umbildungsergebnis ist demnach eine Hebung in der Einfangstrecke und die Wiedereinstellung der alten Gleichgewichtslage in der Rückgabestrecke

Es ist im vorliegenden Falle jedoch notwendig, auf den Hebungsvorgang näher einzugehen, weil er sich nicht durch eine einfache Parallelhebung der Flußsohle darstellt, wie dies beim Kraftwerk mit freiem Einfang der Fall war.

Um diesen Hebungsvorgang, der sich, wegen des stetig wechselnden Wasserstandes in einem Flußlaufe, sehr kompliziert gestaltet, doch einigermaßen analysieren zu können, werde vorläufig eine Voraussetzung gemacht, die wenigstens im Groben dem Naturvorgange nahekommt. Es ist bekannt, daß der Hauptanteil der Flußumbildung sich bei der bettbildenden Wasserführung vollzieht, die dem sogenannten bettbildenden Wasserstand[7]) entspricht. Aus diesem Grunde wird auch der besagte Hebungsvorgang sich zum größten Teile bei der bettbildenden Wassermenge vollziehen und ist es daher zulässig, wenn man sich mit einer ersten Annäherung begnügt, die Hebungsvorgänge beim wechselnden Wasserstand zu vernachlässigen und die Untersuchung so zu führen, als ob andauernd der bettbildende Wasserstand herrschen würde.

Bei einem gesicherten Einfang weist die Einfangstrecke zwei, hinsichtlich der Wasserspiegelgestaltung zu unterscheidende Abschnitte auf, nämlich die eigentliche Rückstaustrecke, welche praktisch genommen vom Wehrprofile A bis zum Ende der Rückstaulinie, also bis C reicht, wo der Stau nur wenige Zentimeter beträgt, und den flußaufwärts vom Profile C gelegenen, vom Rückstau unbeeinflußten Flußabschnitt (Abb. 2).

Mit wechselnder Durchflußmenge würde sich naturgemäß das Uebergangsprofil C, welches der Darstellung in Abbildung 2 gemäß dem bettbildenden Wasserstande entspricht, verschieben. Es wird seine Lage aber auch schon deshalb verändern müssen, weil sich die ersten Geschiebeablagerungen im Bereiche dieses Uebergangsprofiles wegen der dort beginnenden Geschwindigkeitsverminderungen einstellen werden. Die Geschiebeablagerungen werden sich dann, infolge des flußaufwärts von C entstehenden neuen Rückstaues entgegengesetzt der Fließrichtung und infolge der bei geöffnetem Wehre flußabwärts von C sich einstellenden Spiegelgefällserhöhungen und damit verbundenen Vergrößerung des Sohlenangriffes, gegen das Wehrprofil A verschieben.

Nimmt man auf den wechselnden Wasserstand der Voraussetzung gemäß keine Rücksicht und vernachlässigt man ebenso die geringfügigen Einflüsse, welche die Uebergangsformen des Wasserspiegels bei A''' und B''' auf die Sohlenausbildung ausüben werden, dann wird sich das Umbildungsergebnis so darstellen, wie es die Abbildung 2 schematisch wiedergibt. Die Wasserspiegellinie wird in der Rückgabestrecke ihre alte Lage beibehalten, dagegen in der Einfangstrecke im Punkte A''' anschließend, unter dem neuen Gleichgewichtsgefälle J_2 verlaufen und schließlich vom Punkte B''', welcher im neuen Uebergangsprofile B liegt, wieder unter dem ursprünglichen Gefälle J_1 sich einstellen. Die Flußsohle wird in der Entnahmestrecke ebenfalls die alte Gleichgewichtslage beibehalten. In der Einfangstrecke dagegen muß sie derart gehoben werden, daß ihre neue Gleichgewichtslage der neuen Wasserspiegellage entspricht. Diese neue Gleichgewichtslage ist also, soweit ihre relative Höhenlage in Betracht kommt, von der Bedingung abhängig, daß Wasserspiegel und Sohle so liegen, daß den hydraulischen Gesetzen Genüge geleistet ist; soweit aber die Neigung in Betracht kommt, ist hierfür das neue Gleichgewichtsgefälle J_2 maßgebend, das aber wieder eine Funktion der in der Rückstaustrecke bei geöffnetem Wehre bewältigten Wasserfracht ist.

Würde das Wehr immer geschlossen bleiben (festes Wehr), dann würde die Aufschotterung bis zur Wehrkrone fortschreiten, damit der Punkt B'' in das Profil A rücken und $J_2 = \infty$ werden; wäre dagegen das Wehr immer geöffnet (freier Einfang), dann

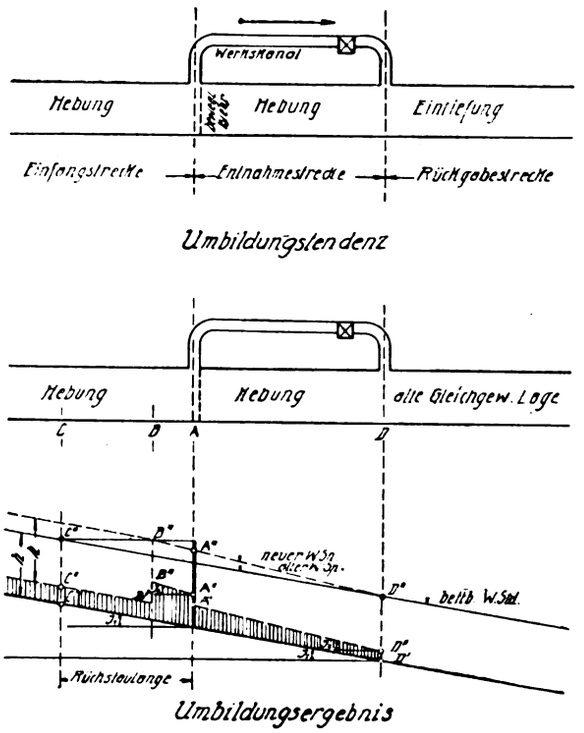


Abbildung 3.

gäbe es keine Hebung in der Einfangstrecke, B'' rückt unendlich weit flußaufwärts und J_2 wird zu J_1. Zwischen diesen beiden Grenzfällen liegt das tatsächliche Gleichgewichtsgefälle J_2.

Die Neigung J_2 der Flußsohle hält aber nur bis zum Uebergangsprofile B an und geht von da ab in die frühere Sohlenneigung J_1 über. Ueber die Höhenlage der Sohle ist der Vollständigkeit halber nur noch zu erwähnen, daß sie in der Rückstaustrecke theoretisch über A' B', etwa nach A'' B'' gehoben wird. Wie groß das Maß der Verschiebung A' A'' = B' B'' ist, bleibt im vorliegenden Falle ziemlich gegenstandslos, weil es sich nur darum handelt, zu wissen, in welcher Höhenlage die Parallelhebung in der Einfangstrecke ansetzt. Und diese Höhenlage ist durch die Kenntnis des Punktes B', der aus der Höhenlage von A', dem Gefälle J_2 und der Wassertiefe h, welche dem gleichförmigen Strömen der bettbildenden Wassermenge unter dem Gefälle J_1 entspricht, vollkommen bestimmt.

Beim Kraftwerke mit Stau- und Rinngefälle vereinigen sich sinngemäß die Umbildungsvorgänge der vorbesprochenen Ausgestaltungsformen der Kraftwerke. Es ergibt

[7]) F. Schaffernak, „Die Theorie des Geschiebetriebes und ihre Anwendung." Zeitschr. des österr. Ing.- u. Architekten-Vereins, 1926, Nr. 11 und 12.

Digitized by Google

sich demnach als Umbildungstendenz eine Hebung in der Einfang- und auch in der Entnahmestrecke, wenn ein hohes Wehr vorausgesetzt wird. Die Rückgabestrecke weist bei Einleitung der Umbildung eine Eintiefung auf. Das Umbildungsergebnis ist ebenfalls eine Hebung in der Einfang- und Entnahmestrecke, dagegen stellt sich am Schlusse des Umbildungsvorganges in der Rückgabestrecke wieder die alte Gleichgewichtslage der Flußsohle ein.

Im besonderen lassen sich die Hebungen in den einzelnen Flußstrecken in folgender Weise in Zusammenhang bringen. Abbildung 3.

Die Gefällehebung in der Entnahmestrecke von J_1 auf das neue Gleichgewichtsgefälle J_3 wird naturgemäß die Hebung in der Einfangstrecke insofern beeinflussen, als im Wehrprofile A bei A''' der gehobene Wasserspiegel der Entnahmestrecke in den bei geöffnetem Wehre sich einstellenden Wasserspiegel, der nach dem früheren unter einem Gleichgewichtsgefälle J_2 geneigt ist, übergeht. Im Profile B wird dann in B''' der Anschluß des parallelgehobenen neuen Wasserspiegels für den oberen Abschnitt der Einfangstrecke erfolgen. Diesen Wasserspiegellagen, die, es werde dies nochmals hervorgehoben, vorläufig nur für die bettbildende Wassermenge ermittelt werden, entsprechen bei bekannt vorausgesetzten Gleichgewichtsgefällen, auf deren Bestimmung später näher eingegangen werden wird, die neuen Sohlenlagen D' — D'' — A' — A'' — B'' — B' — C'' ...

Aus den oben durchgeführten Betrachtungen lassen sich vergleichsweise schon einige allgemeine Gesichtspunkte über die Umbildungsvorgänge gewinnen und sie lassen sich kurz in Folgendem zusammenfassen:

Ueberläßt man nach dem Einbau eines Kraftwerkes den Flußlauf der freien Umbildung, so behält die Umbildungstendenz nur in den Einfang- und Entnahmestrecken ihren Richtungssinn bei, d. h. es tritt nur Hebung bis zur Erreichung der neuen Gleichgewichtslage ein.

Die Hebung zeigt sich in zweierlei Formen, entweder strebt der Flußlauf eine parallele Verschiebung der Sohle — eine Parallelhebung — an, oder die Flußsohle wird in einem steileren Gefälle aufgeschüttet, als sie zuvor besaß — die Gefällehebung. In der Rückgabestrecke dagegen zeigt sich in allen Fällen, daß die Umbildung mit einer Eintiefung beginnt, jedoch schließlich, wenn in der Einfang- und Entnahmestrecke die Hebung zum Stillstande gekommen ist, sich die Eintiefung so lange rückbildet, bis die alte Gleichgewichtslage wieder erreicht ist.

Schließlich läßt sich auch noch feststellen, daß bei einer Kraftanlage, die mit Stau- und Rinngefälle arbeitet, gegenüber den anderen Ausbildungsformen, bei gleichem Wasserentzug und gleicher Höhenlage, bzw. gleichlanger Entnahmestrecke, die Hebungen die größten Abmessungen annehmen. Es ergibt sich daher aus diesen allgemeinen Betrachtungen, daß vom Standpunkte der Erhaltung des bestehenden Flußzustandes, das Kraftwerk das Stau- und Rinngefälle ausnützt, die ungünstigste Ausgestaltungsform darstellt.

Abgesehen von der zuletzt gemachten Feststellung ist schon die Erkenntnis, daß in allen Fällen eine Hebung in gewissen Flußstrecken zu gewärtigen ist, von größter Bedeutung, weil derartige Veränderungen der Flußsohle infolge ihrer bedeutenden Längenausdehnung die mühsam errungenen Erfolge der großangelegten Flußregulierungsaktionen nicht nur zeitweise, sondern dauernd zunichte machen können.

Diese Befürchtungen, über deren Umfang und Richtigkeit man sich bis in letzter Zeit keine rechnerische Begründung geben konnte, haben naturgemäß bei jenen Faktoren, welchen die Sorge für die Erhaltung eines geordneten Flußzustandes anvertraut war, einen mehr oder weniger starken Widerstand gegen die Errichtung von Großkraftwerken am Donaustrome hervorgerufen. Ihr Widerstand war aber nur so lange begründet, als man nicht imstande war, jene Gegenmaßregeln vorzuschreiben, die die besagten Flußbettumbildungen zu unterdrücken oder wenigstens auf jenes Maß herabzumindern in der Lage sind, welches als noch erträglich mit Rücksicht auf die noch später zu besprechenden Einwirkungen auf Schiffahrt, Hochwasserschutz und Landwirtschaft zu bezeichnen ist.

Die anfänglich vorgeschlagenen Gegenmaßregeln, die in der Baggerung des aufgelandeten Materiales zu bestehen hätten, wobei das Baggergut seitlich vom Strome zu deponieren wäre oder in die Rückgabestrecke gestürzt werden sollte, mußte als unökonomisch, wenn nicht gar als undurchführbar bezeichnet werden, als man erkannte, in welchen Größenordnungen sich die jährlichen Geschiebefrachten der Donau bewegen.

Die Erledigung der Frage der anzuwendenden Gegenmaßregeln kann erst Erfolg versprechen, wenn es gelingt, solche Maßnahmen in Vorschlag zu bringen, die in erster Linie auf der natürlichen Räumungskraft des Stromes basieren und die allenfalls durch künstliche Baggerung unterstützt werden.

Die Beurteilung der Wirkung solcher Gegenmaßregeln fordert aber um so mehr die Erkenntnisse in der Morphologie des Flußbettes, als diese Aufgabe unmittelbar an die Bestimmung der Art und Größe der hervorgerufenen Flußbettumbildungen anschließen muß. Die Auswirkungen zweier Maßnahmen, die einerseits eine Hebung, anderseits eine Eintiefung verursachen, zeigen sich in der Erreichung bzw. in der Erhaltung des alten Gleichgewichtszustandes. Wie man mit der Anwendung dieses Grundsatzes in den besprochenen drei Fällen mit den Gegenmaßregeln einzusetzen hat, um die durch den Kraftwerksausbau zu erwartenden Hebungen auf ein Mindestmaß einzuschränken, soll nunmehr näher besprochen werden.

Es muß in diesem Belange zunächst daran erinnert werden, daß eine Flußeintiefung, welche eben der Hebung entgegenzuarbeiten hat, mit verschiedenen technischen Maßnahmen erzielt werden kann, die aber alle auf einen grundsätzlichen Vorgang, nämlich auf die Erhöhung des Sohlenangriffes zurückzuführen sind.

Die Erhöhung des Sohlenangriffes kann wiederum durch Verminderung des Sohlenwiderstandes und durch Vermehrung der Sohlengeschwindigkeit erreicht werden. Letzteres erzielt man durch Einengung des Durchflußprofiles oder durch Vermehrung des Wasserspiegelgefälles. Welche der vorbeschriebenen Maßnahmen man in Anwendung zu bringen hat, kann nur im konkreten Falle entschieden werden. Jedenfalls aber scheidet für die vorliegenden Fälle, die Verminderung des Sohlenwiderstandes etwa durch Kratzbagger, als primäre Maßnahme aus und könnte sie nur als unterstützender Vorgang in Betracht gezogen werden. Es ist sonach zuerst die Einengung des Durchflußprofiles als Gegenmaßregel zu besprechen.

Diese Maßnahme wird in erster Linie in der Entnahmestrecke anzuwenden sein. Man wird also in dieser Flußstrecke durch flußbautechnisch richtig angelegte Quer- und Längsbauten den Flußschlauch so weit verengen, daß trotz der verminderten Wasserfracht die im freien Flußlaufe abgetriebene Geschiebefracht mit Sicherheit befördert wird. Der Rechnungsweg, welcher zur Festlegung der Größe und Form des neuen Durchflußprofiles führt, besteht darin, daß man sich den Zusammenhang

Digitized by Google

zwischen der Sohlengeschwindigkeit, dem Geschiebebetrieb, der Geschiebemenge und schließlich der Geschiebefracht bei verändertem Durchflußprofile aber bei gleichbleibender Wassermenge und gleichbleibendem Wasserspiegelgefälle J_1 sucht.[8]) Da die Profilverengung sowohl im Niederwasser-, Mittelwasser- wie Hochwasserquerschnitte erfolgen kann, läßt die Aufgabe vom theoretichen Standpunkte mehrere Lösungen zu; es wird daher Sache des praktischen Flußwasserbaues sein, daraus jene Lösung auszuwählen, die sowohl vom flußbautechnischen als auch vom wirtschaftlichen Standpunkte am besten entspricht.

Diese allgemeine Betrachtung führt somit zu dem wichtigen Ergebnisse, daß es möglich ist, mit Hilfe von Einengungsbauten in der Entnahmestrecke eine Hebung praktisch genommen zu verhindern. Damit ist aber wegen des früher gezeigten Zusammenhanges der Umbildungen in den einzelnen charakteristischen Flußstrecken schon eine wesentliche Verbesserung erreicht.

So wird beim Kraftwerke mit freiem Einfange mit der Beseitigung der Hebung in der Entnahmestrecke auch die Parallelhebung in der Einfangstrecke verschwinden. Beim Kraftwerke mit Stau- und Rinngefälle wird damit die Rückwirkung auf die Einfangstrecke beseitigt, und es wird die Hebung in der Einfangstrecke genau jener gleichen, wie sie von einem Kraftwerke ohne Rinngefälle ausgelöst wird. Es ist daher nur noch nötig, auf diesen Fall näher einzugehen.

Bei den bisherigen allgemein gehaltenen Betrachtungen wurde von der vereinfachten Annahme ausgegangen, daß es zulässig sei, an Stelle des wechselnden Wasserstandes den bettbildenden Wasserstand zu setzen. Diese Annahme genügte, so lange es sich nur um den Richtungssinn der Umbildungsvorgänge und um die relative Lage der neuen Flußsohle handelte; die ist aber nicht mehr zulässig, wenn die Ermittlung der neuen Gleichgewichtsgefälle in Frage kommt. In diesem Falle muß die stetig veränderliche Wasserführung im Flußlaufe berücksichtigt werden, was am besten mit Hilfe der Wassermengen-Dauerlinie erfolgt.

Im Flußabschnitte, der flußaufwärts des Profiles B liegt (Abb. 4) ist die Wassermengen-Dauerlinie identisch mit jener des ursprünglichen Flußzustandes, im Flußabschnitte A—B dagegen gelten hiervon nur die Teilstücke in jenen Zeitabschnitten $\Delta t_1 + \Delta t_2 + \ldots = \sum_1^n \Delta t$, in welchen die Oeffnungen des beweglichen Wehres bei A vollkommen freigelegt sind (Abb. 3). Es sei hier ausdrücklich hervorgehoben, daß für den Abtransport des Geschiebematerials aus dem Rückstaubereiche nur das gleichförmige Strömen in Betracht kommt und daß daher nicht etwa an sie sogenannte Schwallspülung bei der, ähnlich wie bei der Reinigung von Sielnetzen, auch das nichtstationäre Strömen eine Rolle spielt, gedacht wird.

Aus diesen Darlegungen geht aber ferner hervor, daß man es in der Hand hat, das Gleichgewichtsgefälle J_2 und damit die Lage des Profiles B bzw. die Höhenlage des Knickpunktes B' (Abb. 2) festzulegen, weil die Betätigung der Abschlußvorrichtungen der Oeffnungen des beweglichen Wehres eine willkürliche ist. Selbstverständlich kann diese Betätigung nicht ins Ungemessene gehen, weil doch bedacht werden muß, daß mit jeder Absenkung des Rückstauspiegels Energieopfer des Kraftwerkes verbunden sind, und ferner, daß damit auch eine Behinderung der Schiffahrt im Zusammenhang steht. Da aber am Donaustrome die Schiffahrt als das Primäre anzusehen ist, werden die Absenkungen höchstens in jenen Tagen erfolgen dürfen, wo kein Schiffahrtsbetrieb stattfindet. Weil aber anderseits Betriebseinstellungen des Kraftwerkes möglichst vermieden werden sollen, wird man die Anzahl der Tage, wo eine Absenkung zum Zwecke der Entleerung des Rückstauraumes von Geschiebe durchgeführt wird, noch weiter verringern müssen.

Man ersieht also daraus, in welch innigem Zusammenhange das flußbautechnische Moment, die Schiffahrtsinteressen und jene der Kraftnutzung stehen und daß die Lösung der Aufgabe nur darin bestehen kann, nach Tunlichkeit ein günstiges Kompromiß, das alle drei Faktoren nach ihrer Wertigkeit berücksichtigt, zu schaffen.

Es ergibt sich noch diesen Betrachtungen ganz von selbst, daß man im Bereiche des Rückstaues als Gegenmaßregel die Vergrößerung des Wasserspiegelgefälles, hervorgerufen durch zeitweises vollkommenes Oeffnen des beweglichen Wehres, einführen wird.

Für den projektierenden Ingenieur tritt nun die Frage auf, wie ermittelt man bei bekanntem Flußregime und gegebener zulässiger Absenkungsdauer des Stauraumes, das sich einstellende Sohlengefälle J_2.

Um diese Frage zu erledigen, muß vorerst die allgemeine Aufgabe gelöst werden, wie sich mit einer Gefällsänderung die Geschiebefracht ändert. Diese Ermittlung kann durchgeführt werden, wenn die Beziehung zwischen Wasserstand

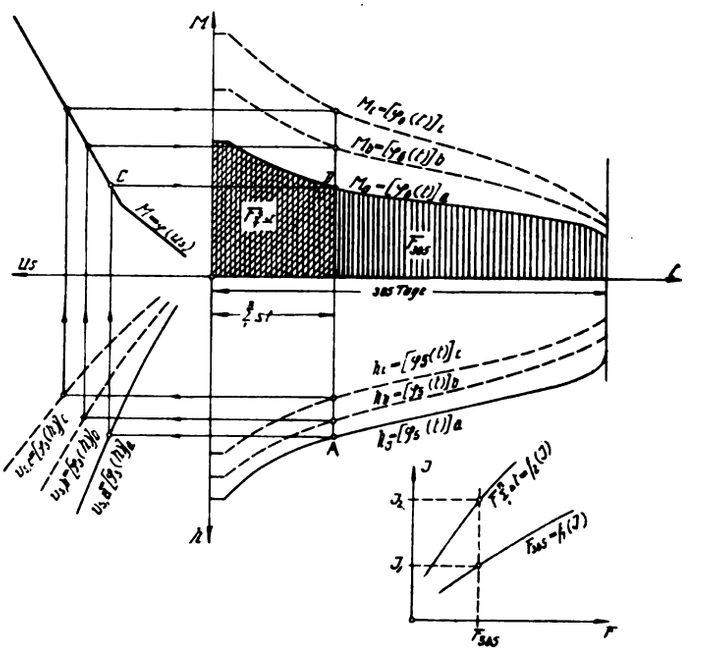


Abbildung 4.

und der mittleren Sohlengeschwindigkeit, also $u_s = \varphi_3(h)$ bekannt ist.

Gilt nämlich für einen beliebigen Bestand des Flußregimes, er sei mit dem Index a bezeichnet, bei welchem das Wasserspiegelgefälle J_a und die mittlere Wassertiefe h_m herrschen,

$$u_{s,a} \quad k h_m^{1/2} J_a,$$

so ist, weil bei gleicher mittlerer Wassertiefe h_m, aber ge-

[8]) Siehe über den Rechnungsgang unter 5).

Digitized by Google

ändertem Jb, also für einen anderen Bestand des Flußregimes, er sei mit dem Index b bezeichnet,

$$u_{s,b} = k h_m^{1/2} J_b^{1/2}.$$

Mithin folgt

$$u_{s,b} = u_{s,a} \frac{J_b^{1/2}}{J_a^{1/2}}$$

und man kann aus dieser Gleichung zu jedem u_s des Bestandes a das entsprechende u_s beim Bestand b usw. unter der Voraussetzung gleicher mittlerer Wassertiefe, oder, was praktisch gleichbedeutend mit gleichem Wasserstande ist, berechnen.

Da nun gleicher Benetzungsdauer gleiche Wassermengen entsprechen müssen, so folgt aus

$$q = k B h_{m,a}^{3/2} J_a^{1/2}, \text{ für Zustand a beim Gefälle } J_a$$

$$\text{und } q = k B h_{m,b}^{3/2} J_b^{1/2}, \text{ „ „ b „ „ } J_b,$$

$$\text{also } h_{m,b} = h_{m,a} \sqrt[3]{\frac{J_a}{J_b}},$$

womit aus der Benetzungsdauerlinie des Zustandes a, $h_a = [\varphi_5(t)]_a$, jene des geänderten Zustandes b, $h_b = [\varphi_5(t)]_b$ usw. ermittelt werden kann. Weil nun auch die Geschiebemengenlinie $M = \varphi(u_s)$ bekannt ist, so kann man unter der wohl zutreffenden Voraussetzung, daß bei gleicher Sohlengeschwindigkeit und ungeändertem Querprofil, auch gleiche Geschiebemengen abgetrieben werden, mit Hilfe der Linienzüge A B C D usw., die einzelnen Beständen entsprechenden Geschiebemengendauerlinien $M = \varphi_6(t)$ punktweise ermitteln. Für die weitere Verwertung dieser graphischen Rechnungen ist es zweckmäßig, an einem getrennten Diagramm den funktionellen Zusammenhang zwischen der Geschiebefracht F und dem Gefälle J_1, also $F = f(J)$ darzustellen. Hierbei hat man darauf Rücksicht zu nehmen, ob man die Geschiebefracht für die ganzjährige kontinuierliche Verfrachtung F_{365}, oder nur für eine zeitweise, intermittierende Verfrachtung $F \sum_1^n \Delta t$, zu ermitteln hat. Beide Geschiebefrachten sind ohne weiteres aus Abb. 4 zu entnehmen, und zwar F_{365} aus den Flächen, die der Abszissenlänge für 365 Tage entsprechen (vertikal schraffiert), und $F \sum_1^n \Delta t$ aus den Flächen, welche der Abszissenlänge für $\sum_1^n \Delta t$ Tage entsprechen (schräg schraffiert).

Die ganzjährige Verfrachtung F_{365} wird für die Vorgänge in der Entnahmestrecke und für jenen Teil der Einfangstrecke, der flußaufwärts von B liegt, in Betracht kommen, während die intermittierende Verfrachtung $F \sum_1^n \Delta t$ nur in Rückstaustrecke Anwendung findet. Für den weiteren Berechnungsweg muß man sich das Bild über den Verlandungsvorgang im Rückstauraume nochmals in Erinnerung bringen und es jetzt mit Rücksicht auf den Umstand, daß für die Ermittlung des Gleichgewichtsgefälles auch der wechselnde Wasserstand von Einfluß ist, etwas modifizieren.

Wenn früher von einem Gleichgewichtsgefälle J_2 in der Rückstaustrecke die Rede war, so war dieses J_2 vorläufig als konstante Größe vorausgesetzt. In Wirklichkeit wird aber J_2 zwischen zwei Grenzwerten J'_2 und J''_2 beständig schwanken, weil einerseits der Abtransport des Geschiebes aus dem Stauraume nur intermittierend ist und anderseits der Wassermengenwechsel in Betracht kommt. Es wird sich also der Verlandungsvorgang so vollziehen, wie ihn die Abb. 5 wiedergibt. Dem Wasserstande 1 entspricht die Gefällehebung A B'$_1$, dem Wasserstande 2, die Gefällehebung A B'$_2$ B'$_1$ ... (die geringen Ueberhöhungen A' A", B' B" in der Rückstaustrecke sind als bedeutungslos weggelassen worden). Weil aber wegen der großen Rückstaulängen, wie sie bei hohen Wehren am Donaustrome vorkommen werden, J'$_2$ und J"$_2$ nur wenig voneinander

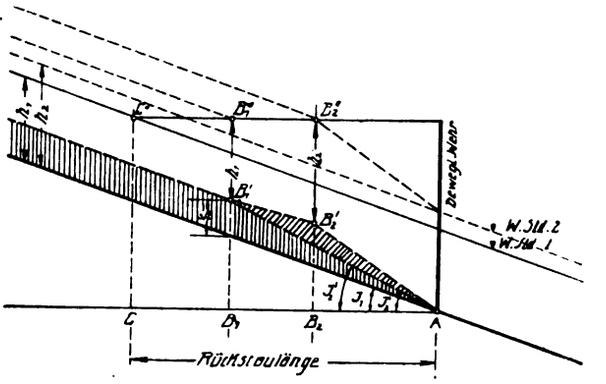


Abbildung 5.

verschieden sein werden, kann auch jetzt noch die Annahme eines gleichbleibenden Gleichgewichtsgefälles J_2 beibehalten werden.

Unter diesen Voraussetzungen erhält man dann J_2, indem man sich nach Abb. 4 aus $F_{365} = f_1(J)$, jene Geschiebefracht ermittelt, welche beim ungestörten Zustand, also bei J_1 gefördert wird, und sich dann aus $F \sum_1^n \Delta t = f_2(J)$, jenes $J = J_2$ sucht, bei dem $F_{365} = F \sum_1^n \Delta t$ wird. Das Diagramm $F = f(J)$ gibt überdies sofort auch einen Ueberblick, wie das Gleichgewichtsgefälle J_2 mit der Absenkungsdauer $F \sum_1^n \Delta t$ sich ändert und damit auch den Zusammenhang zwischen dem Energieopfer des Kraftwerkes und der damit erkauften geringeren Hebung Δh im Oberlaufe des Flusses.

Es könnte nun schließlich noch die Frage aufgeworfen werden, ob es nicht möglich wäre, durch eine weitere Gegenmaßregel die Längenausdehnung dieser Hebung Δh zu beschränken. Ein solcher Erfolg wäre deswegen erwünscht, weil damit die ungünstige Wirkung der Sohlenhebung auf die Hochwasserabfuhr vermindert würde.

Eine Reduktion von Δh ist nun tatsächlich vom theoretischen Standpunkte aus möglich, indem man auf die bereits besprochene, günstige eintiefende Wirkung von Einengungen des Durchflußprofiles zurückgreift. Ob man eine derartige flußbauliche Maßnahme in der Praxis auch ausführen wird, darüber kann nur der Kostenpunkt entscheiden und es ist ausgeschlossen, von vorneherein auszusprechen, welche der beiden Lösungen die ökonomischere ist.

Das Wesen der Gegenmaßregel besteht in diesem Falle darin, daß man flußaufwärts des Profiles B das Durchflußprofil verengt und gleichzeitig das Gefälle von J_1 auf J_4 erniedrigt. Dadurch erreicht man eine Verminderung der Hebung von Δh auf $\Delta h'$, wobei unter Umständen, wenn dies noch ökonomisch wäre, $\Delta h' = 0$ angestrebt werden könnte. (In der Abb. 6 ist zur

Digitized by Google

Vereinfachung der Darstellung auf die Unstetigkeitsstellen im Sohlenlängenprofil keine Rücksicht genommen.)

Die Berechnung von J_4 kann durch sinngemäße Verknüpfung der beiden bereits angeführten Methoden für die Bestimmung des Einflusses von Einengungen und von Gefällsänderungen geschehen.

Die Betrachtungen über die Wirkungsweise der Gegenmaßregeln führen somit zur allgemeinen Erkenntnis, daß die viel befürchteten Verschotterungen im Bereiche der Kraftwerke

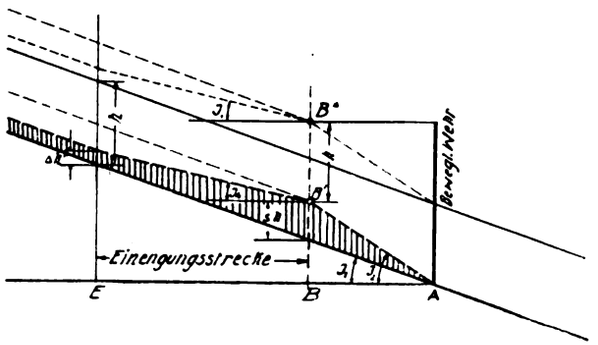


Abbildung 6.

sich mit Hilfe rein flußbaulicher Maßnahmen entweder gänzlich unterdrücken oder zumindest wesentlich vermindern lassen. Weiters zeigen diese Untersuchungen, daß man auch imstande ist, die Beantwortung der hierbei aufgeworfenen Fragen auf graphisch-rechnerischem Wege in einer für die Praxis wohl genügenden Genauigkeit zu erledigen. Den Folgen aus den Fehlern, welche diesen Untersuchungen noch anhaften, wird man in der Flußbaupraxis dadurch zu begegnen trachten, daß man Bautypen verwendet, die die geringfügigen Korrektionen, welche die Erfahrung dann verlangt, mit geringen Kosten ermöglichen.

Was aber den Kernpunkt der zu beantwortenden Frage, nämlich die Vor- und Nachteile der einzelnen Ausgestaltungsformen der Wasserkraftanlagen vom Standpunkte der Erhaltung des Gleichgewichtes der Flußsohle betrifft, so kann sie dahin beantwortet werden, daß mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Ausführung von flußbaulichen Gegenmaßregeln, die Anlagen mit gesichertem Einfange, beider Art, also mit und ohne Ausnutzung eines Rinngefälles, gleichwertig ungünstigere Lösungen als die Anlagen mit freiem Einfange darstellen. (W. 864.)

(Fortsetzung folgt.)

Beschlüsse der Weltkraftkonferenz Basel 1926.

Aus den auf der Weltkraftkonferenz Basel (vgl. diese Zeitschrift Heft 13, S. 145 und Heft 21, S. 252) gefaßten Beschlüssen seien die folgenden, unser engeres Fachgebiet betreffenden Punkte hervorgehoben.

Zum Studium der beim Bau und Betrieb von großen Talsperren gesammelten Erfahrungen und zu der Verwertung für Berechnungsgrundlagen und Bau soll die Errichtung einer internationalen Kommission in Erwägung gezogen werden.

Mit Rücksicht auf die verschiedenartigen Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades von Wasserturbinen in Amerika und Europa, besonders durch die Berücksichtigung oder Nichtberücksichtigung der Geschwindigkeitshöhe im Unterwasserablauf, soll die internationale elektrotechnische Kommission unter Hinzuziehung von Fachleuten aus dem Wasserturbinengebiet eine Vereinheitlichung anstreben.

Ueber die Verwendung der Energie in allen Ländern sollen durch Vermittlung der Nationalkomitees vergleichbare Statistiken auf einheitlicher Grundlage in Verwendung mit der „Union des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique" aufgestellt werden. Ebenso sollen vergleichbare Statistiken über die Energiequellen der Erde aufgestellt werden, nachdem bisher fast in jedem Land mit anderen Bezugswerten gerechnet wurde. Die Nationalkomitees werden ersucht Berichte über die Beeinflussung des Geschiebetransportes und Geschiebeablagerung durch Wehre und Kanäle zu studieren und hierüber zu berichten.

Ferner werden die Nationalkomitees ersucht, Methoden zur Bestimmung der Konstanten in der Chézy'schen Formel über die Geschwindigkeit des Wassers in Kanälen und Leitungen vorzuschlagen.

Die in den verschiedenen Ländern geltenden Gesetze über Wasserkraftnutzung sollen gesammelt werden.

Zur bestmöglichen Verwertung aller Energiequellen und insbesondere der Wasserkräfte aller Länder werden die Regierungen aller Länder gebeten, alle den energiewirtschaftlichen Zusammenschluß bezweckenden Arbeiten zu unterstützen und alles zu vermeiden, was die Kosten der Energie verteuern und der Entwicklung der internationalen Nutzung schaden könnte. (W. 874.)

Hauptversammlung des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt.

Am 25. September 1926 hielt der Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt unter dem Vorsitz des Generaldirektors Dr. h. c. Ott und in Anwesenheit des Reichsverkehrsministers Dr. Krohne in Berlin seine diesjährige Hauptversammlung ab. In der Einleitung betonte der Vorsitzende die Wichtigkeit der Verbilligung der Beförderungskosten in der Binnenschiffahrt und die Notwendigkeit der weiteren Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes. Hier dürfe trotz der Armut Deutschlands keine falsche Sparsamkeit walten, anderseits müsse auch die Auswahl nach dem Grundsatz: zuerst das Notwendige, dann das Nützliche und zum Schluß das Wünschenswerte erfolgen.

Nachstehend geben wir Auszüge der beiden Hauptreferate der Tagung.

Herr Regierungsbaumeister a. D. Arthur H. Müller (Hamburg) berichtet in seinem Vortrage:

die Treidelschwebebahn

über eine von ihm erfundene Anlage zum Schleppen von Schiffen, die sich hauptsächlich für Kanäle eignet. Ueber dem

Digitized by Google

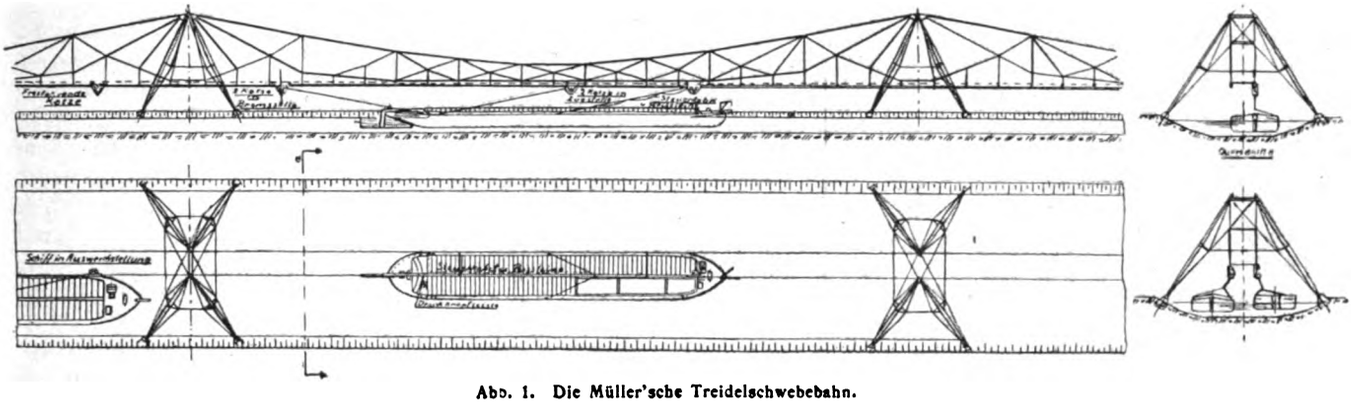


Abb. 1. Die Müller'sche Treidelschwebebahn.

Kanal soll eine elektrisch betriebene Schwebebahn gebaut werden, die gewisse Aehnlichkeit mit der Elberfelder Schwebebahn besitzt, jedoch sehr viel leichter aus dünnen Rundeisenstäben gebildet wird, so daß sie in der Anlage nicht teurer wird als eine Ufertreidelbahn. Der Vorzug dieser Ueberwasserbahn liegt darin, daß sie die Ufer fast gänzlich frei läßt und nicht den Lösch- und Ladeverkehr behindert. Die Führung dieser zweigleisigen Bahn unter Brücken, über Schleusen, Seen usw. macht keine Schwierigkeiten. Die Bedienung der Maschinen erfolgt vom Schiff aus. Mit Hilfe zweier Druckknöpfe kann der Schiffer von seinem Stand am Steuerruder aus sein Schiff vorwärts oder rückwärts ziehen lassen. Auch für Weichenverbindungen der beiden über der Mitte des Fahrwassers hängenden Gleise und Abzweigungen ist gesorgt. Die Umsteuerung der Weichen erfolgt elektrisch vom Schiff aus. Der Betrieb ist in der Weise gedacht, daß an allen Hafenplätzen von der Betriebsgesellschaft oder -Verwaltung Maschinen vorrätig gehalten werden, die sich die Schiffe bei Beginn der Reise mieten und sie am Reiseziel wieder abgeben.

Der wesentliche Vorzug einer solchen Schleppanlage besteht nun darin, daß der Wirkungsgrad des Zuggetriebes etwa 4—5mal so hoch ist als der des Schleppdampfers, und daß die reinen Betriebskosten, die im wesentlichen nur in dem Stromverbrauch bestehen, etwa $^1/_{10}$ derjenigen des Schleppdampfers sind. Es ist infolgedessen möglich, mit höherer Geschwindigkeit zu fahren, zumal die nachteilige Einwirkung der Dampferwelle auf die Ufer und die Sohle des Kanals fortfällt. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß jedes einzelne Schiff mit einer solchen Maschine ausgerüstet werden kann, daß infolgedessen die vielen Zeitverluste bei der Bildung und Zerlegung der Schleppzüge beim Durchschleusen und auch die mit dem Schleppzugbetrieb verbundenen Gefahren wegfallen. Auch der Bau der Kanäle verbilligt sich wesentlich dadurch, daß nur noch Einschiffsschleusen an Stelle der jetzt erforderlichen Schleppzugschleusen zu bauen sind. Ebenso verringern sich die Uferunterhaltungskosten.

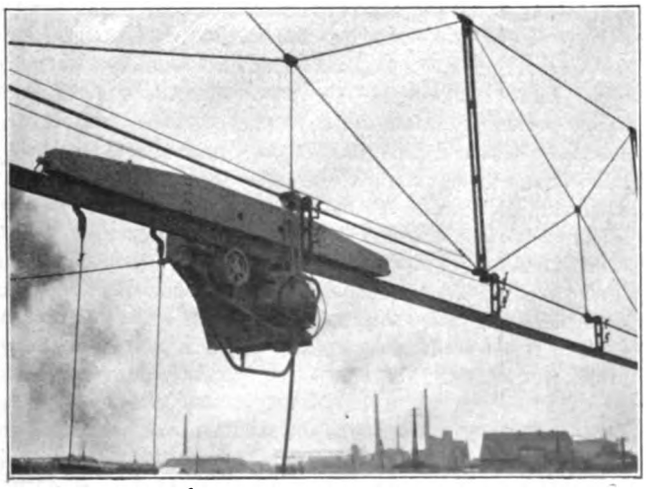


Abb. 2. Schleppkatze auf der Versuchsstrecke.

Besondere Bedeutung hat das Verfahren natürlich für die süddeutschen Kraftwasserstraßen, aber auch für gewöhnliche Stilwasserkräfte, die in Norddeutschland die Regel sind, bietet das neue Verfahren außerordentlich große Vorzüge. Die technische Durchführbarkeit eines solchen Systems ist durch eine von der Wasserstraßenbahn-Gesellschaft Hamburg ausgeführte Probestrecke erwiesen.[1])

Zweifellos liegen auf dem vom Vortragenden beschrittenen Wege noch gewaltige Entwicklungsmöglichkeiten der Binnenwasserstraßen, so daß die Pläne des Erfinders größtes Interesse der zuständigen Stellen verdienen.

Ausgehend von den Unzulänglichkeiten des Schleppdampferbetriebes führte der Korreferent Regierungs- und -baurat Skalweit, Vorstandsmitglied des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikats, Essen aus, daß das Müller'sche Projekt durchaus geeignet erscheine, den Schleppdampfer zu ersetzen, nachdem es gelungen sei, ohne Störung des Uferbetriebes den Zug von fester Bahn aus zu übertragen. Das Verdienst Müllers liege vor allem in der Erfindung seines Träger-Systems, das gerade für diesen Zweck besonders geeignet sei und nicht — wie die Anwendung irgendeines bekannten Träger-Systems die Wirtschaftlichkeit der Anlage in Frage stelle. Obwohl nach dem Ergebnis der im Hamburger Hafen stattgefundenen praktischen Versuche das neue Projekt bereits eine gewisse Reife erreicht habe, sei eine gute Weiterausbildung in größerem Umfange nötig. Die Schwierigkeiten des Systems der Treidelschwebebahn dürften nicht unterschätzt werden. Viel Anleitung und Ausbildung werde es bedürfen, um den Schiffer und sein Personal zu befähigen, in schwierigen Momenten den richtigen Gebrauch von seiner Maschine zu machen. In der Praxis würden noch verschiedene andere Fragen auftreten und es sei nötig, die Versuche auf einer größeren Probe-Strecke vorzu-

[1]) Näheres über die Treidelschwebebahn siehe Mätter, Die Treidelschwebebahn. Ein neuer Weg zur Lösung des Problems des mechanischen Schiffszuges von fester Bahn. Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1926, H. 7—9, S. 265, 306, 357. (Die Schriftltg.)

Digitized by Google

führen. Regierungsrat Skalweit schloß sich der Bitte des Regierungsbaumeisters Müller an, von allen Seiten, namentlich vonseiten des Reiches, die Beschaffung der Mittel für eine derartige Versuchsstrecke zu ermöglichen. Nach seiner Ansicht wird sich die Einrichtung bewähren. Man würde nicht nur billiger, sondern auch schneller fahren können. Die höhere Geschwindigkeit bringe auch eine Ermäßigung der Kahnkosten. Skalweit empfiehlt, mit möglichster Beschleunigung darüber Versuche anzustellen, wie sich Geschwindigkeit und Kanalquerschnitt zueinander verhalten,[2]) ferner darüber, mit welcher Geschwindigkeit Fahrzeuge, ohne von einem Dampfer geschleppt zu werden, gefahrlos aneinander vorbeifahren können. Das System von Müller wird nach Ansicht des Korreferenten insbesondere für die künftigen Kanäle von großer Bedeutung sein, vor allem im Hinblick auf die Bau- und Unterhaltungskosten der Kanäle. Der Gedanke der Treidelschwebebahn habe uns in der Wasserstraßen-Technik ein gutes Stück weitergebracht; dem gemeinsamen Streben aller beteiligten Kreise möge es gelingen, auch hier der deutschen Technik und der deutschen Binnenschiffahrt zu weiterem Ansehen zu verhelfen.

Ministerialdirektor Gährs vom Reichsverkehrsministerium Berlin führte zu seinem Referat über

„Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichsregierung und die Ausgestaltung des deutschen Wasserstraßennetzes"

etwa folgendes aus:

Das beängstigende Anwachsen der Arbeitslosenziffer (zurzeit noch über 1,6 Millionen) im vorigen Herbst und Winter zusammen mit der Ueberzeugung, daß für eine Reihe von Jahren noch sicher mit starker Erwerbslosigkeit zu rechnen ist, hat die Reichsregierung veranlaßt, eingehend zu prüfen, wie der Zunahme entgegengearbeitet werden könne. Reichstag und Reichswirtschaftsrat kamen zu der Ueberzeugung, daß das Arbeitslosenproblem nur durch produktive Arbeit, durch Ausführung wirtschaftlicher Projekte zu lösen sei, wofür die Mittel durch Anleihen aufgebracht werden sollen.

An diesem Arbeitsprogramm sind fast alle Verwaltungszweige beteiligt. In einem solchen Programm dürfte auch der Ausbau der Wasserstraßen nicht fehlen, da hierbei direkt und indirekt zahlreiche gelernte und ungelernte Arbeiter beschäftigt werden können, weil etwa bis zu 80 % der Baukosten auf Löhne entfallen. Die bereits begonnenen Bauten sollen nach Möglichkeit beschleunigt werden. Arbeitsgelegenheit in größerem Umfange können aber nur neue Kanalbauten schaffen, für deren Ausbau die Reichswasserstraßenverwaltung seit längerer Zeit ein Programm verfolgt, in welches mit Rücksicht auf die finanzielle Lage des Reichs nur besonders dringliche Bauten aufgenommen wurden. Neben der Weiterführung einer Reihe begonnener Bauten, worunter vor allem der Kanal Wesel—Datteln, Kanal Hamm—Lippstadt, das Hebewerk bei Niederfinow, die Verbesserung der Mittleren Oder unterhalb Breslau, die Verbesserung der Vorflut in der Unteren Oder, der Mittellandkanal Hannover—Peine, sowie der Ausbau des Ihle-Plauer-Kanals, umfaßte das Programm an neuen Bauten vor allem die drei großen Wasserstraßen, zu deren Ausbau das Reich durch Staatsverträge verpflichtet war: den Mittellandkanal von Peine bis Burg nebst Südflügel, den Ausbau des Neckars zunächst bis Heilbronn und die Fortsetzung der Rhein-Main-Donaustraße von Aschaffenburg bis Würzburg. Des weiteren waren in Vorschlag gebracht das Staubecken bei Ottmachau, die Kanalisierung der Weser von Minden bis Bremen, das Reststück des Küstenkanals von Campe bis Dörpen und die Umkanalisierung des Unter-Mains zwischen Mainz und Frankfurt.

Alle diese Bauten, deren Finanzierung bisher auf große Schwierigkeiten stieß, sind durch das Arbeitsbeschaffungsprogramm stark gefördert worden. Die Fortsetzung der beiden süddeutschen Wasserstraßen ist gesichert, ebenso der Bau des Mittellandkanals bis zur Elbe einschließlich deren Ueberbrückugn. Der Südflügel wird zunächst in der Weise ausgebaut, daß die Saalekanalisierung von Halle bis Kreypau und die Anschlußkanäle von Kreypau nach Leipzig und von Bernburg nach Staßfurt—Leopoldshall gleichzeitig mit dem Hauptkanal ausgeführt werden, während die Saale abwärts Halle, die bereits für 400 t-Schiffe befahrbar ist; zunächst in ihrem bisherigen Zustande bleibt. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, wenigstens mit 400 t-Kähnen nach Leipzig, Staßfurt und Leopoldshall zu kommen. Die Ausführung des Staubeckens bei Ottmachau ist ebenfalls gesichert. Das aufgespeicherte Wasser soll bei unzureichender Wasserführung der Oder deren Wasserstände aufhöhen und zusammen mit der Niedrigwasserregulierung dauernd eine Fahrwassertiefe unterhalb Breslau von 1,40 m schaffen.

Das Reichskabinett hat ferner dem Ausbau des Küstenkanals von Campe bis Dörpen zugestimmt, allerdings unter dem Vorbehalt, daß auch Preußen sich mit diesem Kanalbau einverstanden erklärt. Für die Kanalisierung der Weser von Minden nach Bremen und für die Umkanalisierung des Unteren Main werden ebenfalls Mittel angefordert. Vor Inangriffnahme dieser Bauten sollen aber noch die gesetzgebenden Körperschaften des Reiches gehört werden. Endlich wird mit Hilfe der produktiven Erwerbslosenfürsorge die Kanalisierung der Lahn unterhalb Limburg vervollständigt, so daß dann Schiffe von etwa 200 t Tragfähigkeit jederzeit lahnaufwärts bis Limburg gelangen können. Die Ausführung der gesamten Bauten wird Aufwendungen von insgesamt 710 000 000 M. erfordern, wozu bei einem Teil der Bauten noch erhebliche Länderbeiträge kommen, stellt also ein großzügiges Bauprogramm dar, das sich aber auf 10 Jahre erstreckt.

In das Bauprogramm konnten naturgemäß nur solche Bauten aufgenommen werden, die entweder sofort oder doch in kurzer Frist in Angriff genommen werden konnten. Ueber Kanalpläne, die vorläufig nicht in Aussicht genommen werden konnten, ist damit keine Entscheidung getroffen. Aber auch diese Pläne haben durch das Arbeitsbeschaffungsprogramm insofern eine gewisse Förderung erfahren, als die Untersuchungen über die Bauwürdigkeit energischer betrieben werden können, als es bisher möglich war. In diese Kategorie fallen der Aachen-Rhein-Kanal, die Erweiterung des Dortmund-Ems-Kanals, der Hansakanal, die Kanalisierung der Weser oberhalb Minden, sowie der Werra und der Werra-Main-Kanal, die Kanalpläne zwischen Oder und Elbe und der Klodnitz-Kanal. Alle diese Pläne werden weiterhin sorgfältig auf ihre Bauwürdigkeit zu prüfen und technisch zu untersuchen sein. Von dem Ergebnis dieser Prüfungen und Untersuchungen und von der weiteren Entwicklung der wirtschaftlichen und verkehrspolitischen Verhältnisse wird es abhängen, ob und wann sie verwirklicht werden können. (W. 859.)

[2]) Ueber Versuchsergebnisse siehe Ausführliches u. a. in:
Hallinger, Der 1200-t-Schiffszug auf Wasserkraftkanälen, 1919;
Dr. Sympher, Thiele, Block, Untersuchungen über den Schiffahrtsbetrieb auf dem Rhein-Weser-Kanal, 1907.
Dr. A. Strickler, Fahrwiderstände von Schleppkähnen und Wirkungsgrade von Schraubenschleppern in der Binnenschiffahrt, 1924.
Matteon-Buchholz, Schlepp- und Schraubenversuche im Oder-Spree-Kanal und im Groß-Schiffahrtsweg Berlin-Stettin, 1912.
(Die Schriftleitung.)

Digitized by Google

Rundschau

Bahnelektrisierung.

Ergebnisse der deutschen Bahnelektrisierung.[1])

In dem Referat auf der Weltkraftkonferenz Basel verbreitete sich der deutsche Referent Reichsbahndirektor Wechmann auch über die wirtschaftlichen Erfahrungen mit der bisherigen Bahnelektrisierung, welche am 1. Januar 1926 827,2 km umfaßte und inzwischen bis Anfang kommenden Jahres auf 889,3 km angewachsen sein wird. Hiervon arbeiten 399 km des bayerischen Netzes und 48,5 km des badischen Netzes, zusammen also 447,5 km oder rund die Hälfte, mit Wasserkraft.

Von Interesse sind die im Referat angegebenen Gestehungskosten der Energie. Für die Dampfkraftwerke Mittelsteine und Muldenstein ergeben sich zwischen 3,74 und 4,60 Pfg./kWh bei 2500 bzw. 1835 Jahresbenutzungsstunden und bei reinen Brennstoffkosten von 1,34 bzw. 1,68 Pfg./kWh. An den Wasserkraftwerken des süddeutschen Netzes ist die Reichsbahn bekanntlich[2]) mit Kapital für die zum Bahnbetrieb dienenden Anlageteile beteiligt. Dafür erhält sie einen vom Kapitaldienst freien Strompreis, welcher nur durch die Unterhaltungskosten (0,6% für die baulichen Teile, 1% für die Maschinen) sowie durch Erneuerungsrücklagen (0,7% bzw. 4%), ferner durch die Kosten für die Bedienung, Betriebsmittel, Reservefond und Dividende belastet ist. Unter dieser Berücksichtigung ergibt sich ein Arbeitspreis von 1,73 Pfg./kWh. Im Vollbetrieb des bayerischen Netzes, wobei der Kapitaldienst sich erhöht, wird der Arbeitspreis bei 135 Mio kWh Jahresabnahme auf 2,63 Pfg. je kWh steigen.

Nach Tilgung des Anlagekapitals in etwa 50 Jahren sind nur mehr die reinen Betriebskosten aufzubringen. Auch heute schon vermögen also die Wasserkraftwerke die Arbeit wesentlich billiger als die Dampfkraftwerke zu liefern. (W. 876.)

Elektrotechnik

Zuverlässigkeit der elektrischen Uebertragung.

Von denjenigen Seiten, welche die Dezentralisierung der Energieerzeugung und damit indirekt die Zurücksetzung des Großwasserkraftausbaues befürworten und an örtlicher Krafterzeugung festhalten wollen, wird meist auch die mangelhafte Zuverlässigkeit der elektrischen Fernübertragung ins Treffen geführt und auf die vielen Störungen hingewiesen. Demgegenüber kann ein Bericht über die Zuverlässigkeit amerikanischer Höchstspannungsanlagen dienen,[1]) welcher sich auf insgesamt 2600 km Leitungslänge in zumeist schwierigem Gelände und mit einem Alter von bis zu 19 Jahren und Betriebsspannungen von 60—220 kV erstreckt; ohne auf die Unterteilung der Ursachen in der dort wiedergegebenen Statistik einzugehen; — es kommt ja hier nur auf die Gesamthäufigkeit aller Störungen an — zeigt die Zusammenstellung, daß im Jahre 1925 auf 17 Leitungen mit 2160 km Gesamtlänge insgesamt 347 Unterbrechungen fielen. Hiervon gehen rund 42% zu Lasten von Blitzschlägen, wobei zu berücksichtigen ist, daß in den dortigen Gebieten die atmosphärischen Erscheinungen wesentlich gewaltiger sind, als in unserer geographischen Lage. Die beiden in der Aufstellung enthaltenen 220 kV-Leitungen sind von Blitzschlägen überhaupt nicht gestört worden. Die Gesamtdauer aller Unterbrechungen auf 2160 km Länge betrug rund 200 Stunden im Jahre, nach Abzug einer außergewöhnlichen Störung von etwas über 3 Tagen, welche an einem ganz unzugänglichem Punkt im Hochgebirge erfolgt war und wegen der außergewöhnlichen Umstände der Behebung in Abzug gebracht werden kann, verbleibt eine gesamte Störungsdauer von 128 Stunden, wovon rund ¼ auf Blitzschläge entfällt, mithin die 220 kV-Leitungen nicht trifft.

Zur möglichsten Vermeidung von Gewitterstörungen hat eine Gesellschaft ein Zusammenarbeiten mit den Wetterwarten eingeführt, so daß bei Voraussage von Gewitterbildung das Leitungsnetz so unterteilt und die Belastung so auf die einzelnen Kraftwerke verteilt wird, daß die in der Gewitterzone liegenden Leitungsstrecken möglichst entlastet sind und deren Ausfall die Betriebssicherheit nicht wesentlich gefährdet. Hernach wird die Belastung dann wieder nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zusammengezogen. (Aehnlich arbeitet zum Beispiel auch das Walchenseewerk, soweit es verschiedene Leitungstrassen verfügbar hat, wie zum Beispiel zwischen Kochel und München, bzw. im nördlichen Ring.) Dadurch hat die erwähnte amerikanische Gesellschaft erreicht, daß unabsichtlich Unterbrechungen von 930 Minuten Dauer im Jahre 1924 auf 5 Minuten Dauer im Jahre 1925 verringert wurden.

Für Deutschland steht bisher nur eine von Peucker[2]) veröffentlichte Statistik der beiden 110 kV-Leitungen zur Speisung der Berliner Stromversorgung durch die Elektrowerke zur Verfügung. Hier wurden im Jahre 1924 11 Störungen beobachtet, deren Durchschnittsdauer 15 Minuten unterschritt. Während in Amerika nach dem Vorerwähnten auf je 6.2 km Leitungslänge eine Störung entfiel, gibt die Aufstellung der Elektrowerke auf je 23,6 km Leitungslänge eine Störung, also ein noch wesentlich besseres Ergebnis.

Das Netz des Bayernwerkes mit seinen mehr als 1000 km Leitungslänge hat im abgelaufenen Jahre für die Stromabnehmer keinerlei Störungen durch Freileitungsschäden oder atmosphärische Einwirkungen gebracht. Wenn letztere selbstverständlich auch nicht zu vermeiden waren, so war es durch zweckmäßige Betriebsführung stets möglich, den auch nur seltenen und kurzzeitigen Ausfall von Leitungsstrecken in der Ringleitung und in der doppelten Zuleitung Kochel—München für die Abnehmer nicht fühlbar werden zu lassen.

Hinsichtlich der Betriebssicherheit langer Höchstspannungs-Freileitungsstrecken kann also die Großkraftübertragung und damit auch die Möglichkeit der Ausnutzung von Wasserkräften keineswegs als gefährdet betrachtet werden. Wenn man noch in Betracht zieht, daß ein Wasserkraftwerk auch weniger Ueberholzeiten bedarf als eine Großkesselanlage für hohe Drucke, muß die Betriebssicherheit der Wasser-Großkraftübertragung als erwiesen gelten. Daß Befürchtungen dagegen auch in anderen Ländern nicht vorhanden sind, beweist die enge Verbindung zwischen dem doch auf störungsloseste Versorgung angewiesenen Vollbahnbetrieb und den allgemeinen Kraftnetzen, wie sie in Amerika und Schweden durchgeführt ist und neuerdings auch in Italien durch Ein-

[1]) Diese Zeitschrift 1926, Heft 6, S. 61 und Heft 8 S. 92.
[2]) Diese Zeitschrift 1926, Heft 16, S. 198.

[1]) Elektrizitätswirtschaft 1926 Nr. 315, S. 358.

Digitized by Google

führung von Drehstrom mit 45 Perioden für den Bahnbetrieb unmittelbar aus den allgemeinen Versorgungsnetzen auszudehnen beabsichtigt ist. (W. 834.)

Wasserkraftanlagen.

Kraftwerkgesellschaft Ryburg-Niederschwörstadt A.-G. Im Rathause zu Rheinfelden ist am Samstag, den 9. Oktober die Kraftwerkgesellschaft Ryburg-Niederschwörstadt A.-G. konstituiert worden. Die Gründungsversammlung war besucht von den Bevollmächtigten der Nordostschweizerischen Kraftwerke, denen der Aargau bekanntlich seinen Anteil an dem zu erstellenden Rhein-Großkraftwerk Niederschwörstadt abgetreten hat, der A.-G. Motor Columbus in Baden, der badischen Landeselektrizitätsversorgung (Badenwerk) und der Kraftübertragungswerke Rheinfelden A.-G. Ständerat Dr. Keller, Winterthur, Präsident der N.O.K., leitete die Verhandlungen der konstituierenden Generalversammlung der neuen Kraftwerkbaugesellschaft. Der Gesellschaftsvertrag unter den N.O.K., der A.-G. Motor Columbus, dem Badenwerk und den Kraftübertragungswerken Rheinfelden A.-G. wurde gutgeheißen. Desgleichen die Statuten der neuen Gesellschaft. Zur Finanzierung der Kraftwerkgesellschaft Ryburg-Niederschwörstadt A.-G. oder eindeutiger gesagt zur Aufbringung der Baukosten für das Großkraftwerk Schwörstadt ist die Summe von 60 Millionen Franken bewilligt worden. Es handelt sich um 30 Millionen Aktien- und 30 Millionen Obligationenkapital. Von den vier Unternehmen, welche die neue Gesellschaft bilden, sind je 7,5 Millionen Aktien und Obligationen aufzubringen. Sitz der Gesellschaft ist Rheinfelden im Aargau. Der Verwaltungsrat besteht aus 6 Mitgliedern, je vier Vertreter der Unternehmen, welche die neue Gesellschaft bilden. Als Präsident des Verwaltungsrates wurde gewählt Regierungsrat und Nationalrat Dr. Emil Keller in Aarau. Delegierter des Verwaltungsrates ist Direktor Dr. R. Haas, von den Kraftübertragungswerken in Rheinfelden.

Der Verwaltungsrat wird Ende Oktober zusammentreten, um das Geschäftsreglement zu genehmigen und die Bauverträge abzuschließen. Die Bauleitung erhält A.-G. Motor Columbus in Baden. Zurzeit werden im Rhein und im Ufergebiet, wo die Wehranlagen und das Maschinenhaus hinzustehen kommen, noch geologische Untersuchungen (Bohrarbeiten) vorgenommen. Sobald diese Arbeiten beendigt sind, kann mit dem Bau der Wehranlagen begonnen werden. Stellen sich keine unvorhergesehenen Störungen von Bedeutung ein, dann hofft man bis in vier Jahren das neue Kraftwerk bei Niederschwörstadt in Betrieb setzen zu können. Den N.O.K. und der A.-G. Motor Columbus stellt das neue Werk jährlich 500 Millionen kWh elektrische Energie zur Verfügung. (W. 870.)

Jean R. Frey, Basel.

Das Wasserkraftwerk Eguzon an der Creuse. Dieses von der „Union hydroélectrique" erstellte und am 5. Juni d. J. in Betrieb genommene Wasserkraftwerk mit rund 75 000 PS-Leistung soll neben den von der Orléans-Bahn im gleichen Gebiet in Bau genommenen bzw. geplanten Werken bei Coindre an der Rhue, bei La Celette am Chavanon und bei Vernéjoux an der Obern Dordogne zur Stromlieferung an die Bahn dienen und außerdem die Stadt Paris mit Licht und Kraft versorgen. Durch eine quer durch das Flußbett erstellte Bogenstaumauer wird ein Stausee von 30 Mill. m³ nutzbarem Inhalt und 55 Mill. m³ Gesamtinhalt gebildet, dessen Stau (Kote 202,70) 18 km aufwärts reicht. Die Mauer hat 61 m Höhe, 255 m Länge an der Krone und 80 m Länge am Fuß, 250 m Radius und 5 m Breite an der Krone und 80 m Breite am Fuß. Das nutzbare Gefälle beträgt rund 58 m. Das unmittelbar am Fuß der Staumauer erstellte Maschinenhaus enthält 5 (später 6) Maschinengruppen von je 12 500 kVA Drehstromleistung bei 250 Umdr. i. d. Min. und 10 500 Volt. Die Schluckfähigkeit der Turbinen beträgt 23 m³/sec. Die Anlage wird jährlich 120 Mill. kWh erzeugen. (Schweizerische Bauzeitung). (W. 836.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Abwasserreinigung.

Die Abwasserreinigungsanlagen der Birmingham „Tame and Rea" Genossenschaft. Von D. O. Kammann. Hygien. Staatsinstitut Hamburg. „Techn. Gemeindeblatt" 1926, Nr. 4, S. 45—49, mit 10 Abb. (Beschreibung der Anlagen, die aus Sandfang, Absitzbecken, Schlammzersetzungs-, Sturmwasser-Ausgleichs- und Schlammtrockenbecken, Absitz- und Nachklärbrunnen und einer Tropfkörperanlage bestehen.)

Beitrag zur Erforschung der Vorgänge in zweistöckigen Kläranlagen im Emschergebiet. Von Obering. H. Blunk, Essen. „Gesundheitsing." 1926, Heft 26, S. 389—403, 27 Abb. (Mitteilungen von an verschiedenen Anlagen vorgenommenen Untersuchungsergebnissen.)

Elektrochemie.

Les récents progrès de l' électrochimie et de l' électrometallurgie. (Die neuesten Fortschritte der Elektrochemie und Elektrometallurgie.) Von Andrieux und Flusin; Bericht auf dem 3. Kongreß der Weißen Kohle und der Ausstellung in Grenoble 1925. — La technique moderne 1925, H. 21, S. 693—705. — (Zusammenfassende Darstellung des heutigen Standes mit Angaben über die gegenwärtigen spezifischen Verbrauchszahlen und die gebräuchlichen Verfahren, hauptsächlich bezüglich Frankreich. — Knapsack wird fälschlich als Aluminiumwerk aufgeführt, Lauta in Niederlausitz umgetauft. Deutschland als wasserkraftarmes Land bezeichnet! Das Haber-Bosch-Verfahren wird nur nebenbei erwähnt.)

Aluminiumindustrien i Norge. — Teknisk Ukeblad 1926, H. 35, S. 305—307, mit 4 Abb. — (Kurze Geschichte der Aluminiumindustrie in Norwegen, Produktion 25 000 t/Jahr mit 120 000 PS. Anwendungen des Aluminiums und Ausbau der Erzeugung.)

Die Entwicklung der Aluminiumindustrie in der Schweiz und ihre Beziehungen zur Wasserkraftnutzung. Von Dr. v. Schultheß. — Schweiz. techn. Zeitschr. 1926, H. 34/35, S. 586—592, mit 8 Abb. — (Entstehung der Aluminiumindustrie im allgemeinen und besonders in der Schweiz, Entwicklung von Neuhausen; die Anlagen der Aluminiumindustrie A.G. mit zusammen 151 000 PS und die Entwicklung der Generatoren.)

Der elektrische Ofen und seine metallurgischen Anwendungen. Von Direktor Engelhardt. — Elektrotechnik und Maschinenbau 1925, H. 33, S. 621—629, und H. 34, S. 637—647, mit 28 Abb. — (Die Haupttypen: Lichtbogen-, Widerstands- und Induktionsöfen; Elektroden, deren Fassung und Regulierung.)

[1]) E. T. Z. 1926, Heft 10, Seite 301.

Digitized by Google

Hydraulik.

Die Gleitgeschwindigkeit treibender Fahrzeuge. Von Prof. Dr. Lorenz. — Schiffbau 1926, H. 16, S. 463 bis 464, mit 2 Abb. — (Herleitung der Voreilung vor dem Strom aus der Bewegungsgleichung. Erklärung aus der Turbulenz. Folgerungen für den Tiefgang.)

Wasserkraftanlagen.

Die Ausnutzung der Wasserkraft des Lago di Antrona. Von A. Girola. „L'Energia Elettrica", 1926, Nr. 4, S. 289—304, mit 16 Abb. — (Beschreibung der 1924/25 erbauten Hochdruckanlage in ihren Einzelheiten, von denen der Bau des Wasserstollens mit seiner besonderen Anordnung hervorzuheben ist.)

Das neue Murkraftwerk Gratwein der Leykam—Josefstal A.-G. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1926, H. 12, S. 303—334, mit 45 Abb. — (Eingehende Beschreibung aller baulichen und maschinellen Einzelheiten sowie der Bauausführung der Gesamtanlage, die Förderanlagen des Werkes.)

Das Kraftwerk Mühleberg der Bernischen Kraftwerke A.-G. Von Obering. Meyer. — Schweiz. Bauztg., 1926, Bd. 87, H. 22, S. 275—280; H. 23, S. 287—291; H. 24, S. 300—304; H. 25, S. 311—316, mit 52 Abbildungen. — (Eingehende Beschreibung: Stausee an der Aare mit 23 m Stauhöhe und 3 m Absenkungsmöglichkeit; Brücken; Wehr mit Gleitschützen und zwei Stauklappen von je 8 m Weite, Schiffsaufzug; Maschinenhaus mit Unterbau und Turbinenkammern, Rechen und Schützen, Kabelkanäle, Wassermeß-Einrichtung mit elektromotorischer Flügelverstellung; Grundablaß (Segmentsschütze) 20 m unter Wasserspiegel; Schalthaus und Nebengebäude; Wasserversorgung. Aare-Korrektion mit Schwimmbagger und Bandtransport. Bauausführung und Baustelleneinrichtung, Wasserhaltung, Betonieranlage, gleislose elektrische Straßenlastwagen mit Oberleitungbetrieb.)

Norsk Hydro. (Die Wasserkraftanlagen der Norsk Hydro.) Teknisk Ukeblad, 1926, H. 27, S. 244—249, mit 12 Abb. — (Beschreibung der Anlagen Rjukan, Vemork, Saaheim, Svaelgfos, Lienfos, Froistul, letztere für automatischen Betrieb, mit insgesamt 350 000 PS für Stickstoffgewinnung. Die Stau- und Regulierungsanlagen.)

Selbsttätige Wasserkraftwerke der Detroit Edison Co. — Power plant Eng. Bd. 30, H. 6, S. 352 bis 358, mit 10 Abb. — (Sechs ferngesteuerte halbautomatische Kraftwerke am Huronfluß, Mich., mit zusammen 7800 kW. Einzelheiten.)

Das Großkraftwerk Mörkfos-Solbergfos (Norwegen). Von Obering. Traber. — Bulletin Oerlikon, Nr. 59/60, 1926, S. 247—250, mit 12 Abb. — (Beschreibung der Anlage mit zunächst 7×11 000 PS insbes. des maschinellen Telles, mit Bildern der Gesamtanlage. — Vgl. diese Zeitschrift 1926, H. 9, S. 101.)

Die Talsperrenanlage bei Boberröhrsdorf. Von Baurat Dr.-Ing. Bachmann. — Die Bautechnik, 1926, H. 35, S. 497—499, mit 9 Abb. — (Beschreibung der Talsperre von 500 000 m³ bei 16,5 m Höhe; zwei Segmentschützen von 22,5 m Länge mit Eisklappen; Grundablaß: Segmentschütze; Kraftwerk: 3 horizontale Zwillingsturbinen mit 1790 bzw. 1115 bzw. 600 PS für H = 14,5—10 m . 7 Mio kWh Jahresarbeit und Hochwasserschutz. Bau im Eigenbetrieb, Kosten 1,8 Mio M. = 775 M/install. kW.)

Das neue Elektrizitätswerk der Gemeinde Näfels. Von Dipl.-Ing. Pfeiffer. — Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 88, H. 7, S. 107—110, mit 9 Abb. — (Tages-Ausgleichsbecken von 3500 m³ in arm. Beton; Gefälle 378,8—351,3 m; 2×350 (später 3×350) PS. — Baukosten schw. Fr. 1150 (später 820) je kW.)

Das Kraftwerk Muttensee-Limmern-Sandbach. (Schweizerische Wasserwirtschaft, 1926, H. 6, Seite 105—107, mit 1 Abb. — (Projektbeschreibung, 3 Kraftstufen mit zusammen 115 000 PS und 90 Mio kWh Jahresarbeit.)

Wasserkraftmaschinen.

Hydrodynamische Darstellungen der E.T.H. an der I. A. B. W. in Basel 1926. Von Prof. Dr. Prášil. — Schweiz. Bauztg., 1926, Bd. 88, H. 11, S. 154—157 und H. 12, S. 168—171, mit 26 Abb. — (Wiedergabe von Strömungsbildern durch Farblösung mit Erläuterungen: Strömung in Kanal, um eine Drosselklappe, Saugrohr- und Leitradströmungen, Turbulenz bei radialer und spiraler Strömung, Rankine-Wirbel. Entwicklung der Turbinencharakteristiken: für gleichen Saugrohrdurchmesser werden die Muschelkurven von 12 verschiedenen Turbinen zwischen $n_s = 112$ und 817 verglichen bezogen auf $n_{1_1} = \frac{n \cdot D_s}{\sqrt{H}}$ und $Q_{1_1} = \frac{Q}{\sqrt{H} \cdot D_s^2}$ Diskussion des Vergleiches. Einfluß der Spaltgröße zwischen Leitrad und Laufrad.) —

Vom Wirkungsgrad der Wasserturbinen. Von Pfau. — Schweiz. Bauztg. 1926, Bd. 88, H. 13, S. 179—181. — (Entwicklung der Wirkungsgradsteigerung, Einführung eines „kommerziellen Wirkungsgrades" unter Berücksichtigung der Stillstände, Reparatur- und Ersatzkraftkosten; dieser kommerzielle Wirkungsgrad kann weit niedriger sein als der technische Wirkungsgrad und kann dessen hochgetriebenen Wert fraglich machen.) —

Turbine auto-régulatrice système Crozet-Fourneyron. (Die selbstregulierende Turbine, Bauart Crozet-Fourneyron). — Bulletin techn. de la Suisse Rom., 1926, H. 20, S. 241—242, mit 3 Abb. — (Neuere Ausführungsform der bereits in Wasserkraft, 1924, S. 264, dargestellten direkt regulierten Francisturbine; axial festes Laufrad mit vom Pendel axial verstellbaren blindem Laufradboden mit Spaltschieber.) —

Buchbesprechungen

Lehrgang der Schaltungsschemata elektrischer Starkstromanlagen, herausgegeben von Prof. Dr. J. Teichmüller, II. Band: Schaltungsschemata für Wechselstromanlagen, 173 Seiten Text mit 33 lithographischen Tafeln und 13 Textabbildungen, 2. umgearbeitete und ergänzte Auflage. München und Berlin 1926, Verlag R. Oldenbourg, Preis geb. RM. 22.—.

Das umfangreiche und schwierige Gebiet der Schaltungen elektrischer Starkstromanlagen hat den Verfasser bereits im Jahre 1910 zu einer Systematik der Schaltungen geführt, welche nicht etwa eine Vorlagensammlung ausgeführter Schaltpläne sein sollte, sondern von Einzelteil zu Einzelteil die möglichen und verwendeten Schaltungen darstellte und erläuterte, um dadurch die schaltungstechnischen Erfordernisse jedes einzelnen Elementes der Gesamtanlagen verstehen und diese Einzelteile zum Ganzen zusammenzufügen zu lehren. Der Entwicklungsgang der Starkstromtechnik in den 16 Jahren kommt im vorliegendem neuen 2. Bande zur Geltung.

In systematischem Aufbau, und zwar in einem vom Ver-

Digitized by Google

fasser geschaffenen übersichtlichen System wird die äußere Schaltung aller einzelner Bestandteile erläutert und werden auch die nötigen theoretischen Grundlagen und in knappster Form das Wesentlichste der Ausführung dargestellt. Das Buch soll kein Lehrbuch der Schaltapparate, sondern nur der Schaltungen sein und es geht demzufolge auch auf die Ausführung der Apparate in konstruktiver Hinsicht nicht näher ein. Die 33 Tafeln erläutern in einer außerordentlich klaren Bezeichnungsweise bei sorgfältigster drucktechnischer Ausführung das Gesagte. Der zweite kürzere Teil enthält als Anwendungsbeispiele für die Zusammensetzung der Elemente zur Gesamtschaltung die Schaltpläne von 19 Anlagen verschiedener Art und Größe, sowohl Erzeugeranlagen wie Umformer- und Verbraucheranlagen, zum Teil in ihrer zeitlichen Entwicklung, übersichtlich durch Druck der neuen Schaltpläne auf Pauspapier als Ueberlage vorgeführt, bis zum Murgwerk und Schwarzenbachwerk.

Wenn bei dem reichen Inhalt des Werkes einige Bemerkungen für eine neue Auflage angebracht werden dürfen, so sei es das Fehlen der in den neuen Großkraftwerken angewendeten Erregerschaltungen auch für Gegenerregung (z. B. Osanna-Schaltung) und Aberregung, der interessante Parallelschaltapparat System Calzoni-Riva (diese Zeitschrift 1925, Heft 21, Seite 350). Ferner wäre das Schaltschema eines neuzeitlichen großen Bahnkraftwerkes und eines solchen Unterwerkes von Wert; Vorbilder dafür in Deutschland (Walchenseewerk), in Oesterreich oder der Schweiz wären genügend vorhanden; das Kraftwerk Mittelsteine ist in disem Sinne wohl nicht mehr ganz modern. Auch die Phasenregelung mit Synchronphasenschiebern und Drehtransformatoren erschiene wichtig.

Dies soll nicht als Bemängelung, sondern als Anregung gedeutet werden; der Entschluß des Verfassers zur vorliegenden Neuauflage und die durchgreifende Umarbeitung gegenüber der 1. Auflage muß ebenso wie die straffe Systematik und wie auch die vorzügliche Ausstattung, welche der Verlag dem Buche gab, dankbarst anerkannt werden. (W. 784)

Ing. C Reindl.

Die Turbinenversuchsanstalt der A.-G. der Maschinenfabriken von Th. Bell in Kriens. Von Ing. O. Walter. — Sonderabdruck aus der Schweiz. Bauzeitung 1926, Bd. 87, Heft 9—11, 12 Seiten mit 35 Abb.

Die ausführliche Schilderung beschreibt die gesamten zum Betrieb und zur Messung dienenden Einrichtungen der mit Wasserkreislauf arbeitenden mustergültigen Versuchsanstalt, welcher eine Wassermenge von 3,025 m^3/Sek bei 3 m Gefälle bis zu 140 l/Sek bei 106 m Gefälle in den verschiedensten Abstufungen zur Verfügung steht, je nachdem die verschiedenen Pumpen zusammenarbeiten. Charakteristisch für die Anstalt ist der „Wandertrog", eine elektrisch hebbare Einbaukammer von 35 m^3 Inhalt, deren Speisung durch ein vertikales Teleskoprohr von unten erfolgt. Dadurch kann das Gefälle zwischen 2 und 12 m beliebig eingestellt werden. Der Wasserstand wird durch ein eigenartiges Freilaufventil mit Oeldrucksteuerung konstant gehalten. Weiter werden die Einrichtungen zur Messung des Gefälles und der Wassermenge (geeichte Ueberfälle), die Bremse und die Einrichtung zur Messung des Axialschubes dargestellt. Die Hochdruckanlage besteht aus einer innen beleuchteten und mit Beobachtungsfenstern versehenen Kammer zum Einbau der Räder und bedient sich eines ebenfalls öldruck-gesteuerten Nebenauslasses zur Regelung auf konstanten Druck, der als umgekehrte Nadeldüse gebaut ist. Es ist zu begrüßen, daß die Firma (wie an anderer Stelle Riva, Mailand) so eingehend auch die Einzelheiten der Versuchsanlage in Wort und Zeichnung schildert, solche Veröffentlichungen bilden wertvolle Ergänzungen zu dem schon an dieser Stelle besprochenen VDI.-Buch über die Wasserbaulaboratorien Europas. (W. 790). Ing. C. Reindl.

Vereine — Versammlungen.

Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie.

Die Int. Ges. für Photogrammetrie wird ihre Generalversammlung als internationalen wissenschaftlichen Kongreß in den Tagen vom 22.—26. November d. J. in den Räumen der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg, Berliner-Straße 170 veranstalten. Bei der Eröffnungsfeierlichkeit, die am 22. November um 10 Uhr 30 beginnt, wird ein Uebersichtsvortrag über die Bedeutung der Photogrammetrie für Technik und Wirtschaft gehalten. Am 22., 23. und 25. abends 8 Uhr wird in allgemein verständlichen Lichtbildervorträgen die Entwicklung, der heutige Stand und die wirtschaftliche Verwertung der Flugzeugphotographie und der Luftbildmessung behandelt werden. Eine allgemein zugängliche Ausstellung wird einen Ueberblick über das Gesamtgebiet der Photogrammetrie geben. Zahlreiche Behörden, Dienststellen und Privatfirmen, zum Teil auch aus dem Ausland haben ihre Bereitwilligkeit zur Beschickung der Ausstellung erklärt.

Ferner wird an den Vormittagen eine Reihe von namhaften Wissenschaftlern und Praktikern des In- und Auslandes in Fachvorträgen über die Arbeiten und den heutigen Stand der Photogrammetrie berichten, den dieses Spezialgebiet für die heutige Wirtschaft, Wissenschaft und Technik einnimmt. Ebenso sind Besichtigungen verschiedener Institute vorgesehen.

Für diese Veranstaltungen sind Teilnehmerkarten zum Preise von 5 Mk. bei Regierungsrat Körner, Halensee, Karlsruher-Straße 1 oder bei Dr.-Ing. Ewald, Charlottenburg, Goethe-Straße 62 zu beziehen. (W. 873.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Letzter Tag des Einspruches: 7. 12. 1926.

27c, 7. J. 24 350. Dr.-Ing. Hugo Junkers, Aachen-Frankenburg, Bismarckstr. 68. Schraubenventilator. 24. 1. 24.

Letzter Tag des Einspruches: 21. 12. 1926.

59b, 2. B. 110 387. Carl Billand, Kaiserslautern, Pirmasenser-Straße 152. Schleuderpumpe mit oberhalb von ihr gelagertem Saugbehälter. 12. 7. 23.

Letzter Tag des Einspruches: 14. 12. 1926.

59b, 4. A. 44 446. Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher, Wyß & Cie., Zürich (Schweiz); Eingehäusige Kreiselmaschine zum Fördern von Wasser, Luft oder gasförmigen Mitteln. 16. 3. 25. Schweiz 6. 3. 25.

59b, 4. S. 63 765. Gebr. Sulzer Akt.-Ges., Winterthur, Schw.; Pumpe, Turbine oder ähnliche Maschine mit unter Wasser liegender Antriebswelle. 7. 9. 23.

84a, 5. B. 121 363. Dr.-Ing. Victor Brünig, Berlin-Grunewald, Lynarstr. 12. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Kanälen. 19. 8. 25. V. St. Amerika 11. 3. 25.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 23 **München, 1. Dezember 1926** **21. Jahrgang**

Beitrag zur Frage der Ausgestaltung der Donau als Kraftwasserstraße.

Referat auf der Sondertagung der Weltkraftkonferenz Basel 1926

von R. Halter und F. Schaffernak, Professoren der Technischen Hochschule in Wien.

(Schluß aus Heft 22, S. 272)

b) Folgerungen hinsichtlich der Eisführung.

Von R. Halter.

Das Wesen der Naturerscheinung der Eisstoßbildung kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden[9]), wobei aber darauf hingewiesen sein möge, daß die Eiserscheinungen an jedem Fluß individuell verschieden sind.

An unseren Alpengerinnen mit ihren geringeren Sinkstoffführungen bei normalen Wasserständen vermag sich häufig eine glatte Eisdecke zu bilden, die jener an einem stillestehenden Wasser ziemlich ähnlich ist und beim Tauwetter ungefährlich abzieht. In den gewöhnlichen Werkkanälen und beim Turbinenhaus ist der Eisdienst wohl allbekannt und bedarf keiner weiteren Erörterung.

Wie wir aber weiter zu Tale, immer weiter zu den größeren Flüssen hinabsteigen, die Wassermassen anwachsen, die Sinkstoffführung infolge des Geschiebeverriebes belangreicher wird, um so schwieriger gestalten sich die Verhältnisse und an der Donau, die wohl die Grenze der Kraftnutzung an großen schiffbaren Strömen in Europa darstellen mag, werden die Eisverhältnisse auf den Bau und auf die Betriebsführung der Wasserkraftanlagen mitbestimmenden Einfluß ausüben.

Ich setze die Bildung des sogenannten Eisstoßes, das ist die auf einer längeren Stromstrecke entstehende Bildung einer festen Eisdecke von lose zusammengeschobenen und zusammengefrorenen Eisschollen als bekannt voraus, die spezifische Eismasse ist hierbei vielfach größer als bei stehenden Gewässern, weil an ihrer Bildung Stromgrund und Sinkstoffe beteiligt sind.

Bei plötzlich eintretendem noch dazu mit reichlicheren Niederschlägen verknüpftem Tauwetter bilden diese Eisverschoppungen, die an der Donau in früheren Jahrzehnten schon Längen von über 100 Kilometern aufwiesen, ernste Gefährdungen für Schiffe und führten zu katastrophalen Ueberschwemmungen. Sie zu bannen war auch ein Hauptziel der Donauregulierungen in Oesterreich und Ungarn im verflossenen Jahrhundert durch Beseitigung aller unregelmäßigen und stauenden Einflüsse. Dank dieser Maßnahmen sind denn auch Eisstoßbildungen an der Donau zu den größten Seltenheiten geworden, ja es wird mancherorts sogar behauptet, diese Gefahr sei völlig beseitigt, wobei allerdings vergessen wird, daß wir uns derzeit in einer Periode milder Winter befinden, mit wenig strengen und langandauernden Frösten. Es ist keine Gewähr, daß diese Periode wieder einer solchen mit außerordentlich strengen Wintern Platz macht. Für solche Fälle ist es nun ein Gebot der Sicherheit, dafür Sorge zu tragen, daß die Bildung von Eisströmen vermieden werde.

Die Bekämpfung der Eisgefahren durch Eisbrechen und Eissprengen, wie dies insbesonders an den nordischen Flüssen in ausgedehntem Maße erfolgt, bietet für die Donau nicht die gleichen Aussichten auf Erfolg, wenn Eisstoßbildungsursachen neu geschaffen werden. Dies ist aber der Fall, wenn zwecks Ausnutzung der Donauwasserkräfte Stauwerke in den Strom eingebaut werden.

Es soll nun im folgenden untersucht werden, durch welche Maßnahmen trotzdem Stauwerke, natürlich bewegliche, in den Strom eingebaut werden, die Gefahr der Eisstoßbildung beseitigt bzw. ermäßigt werden kann.

Die Eisklappen an beweglichen Wehren können bei leichtem Eistreiben die Schollen gefahrlos zum Abschwimmen bringen. Bei intensiverem Eistreiben wird aber schon die sukzessive Freigabe des Wehrprofiles einzusetzen haben und wird dies bis zur völligen Niederlegung des Wehres führen, also zur vollständigen Staubeseitigung, stünde also mit einer völligen Betriebseinstellung in Verbindung.

Bei der seitlichen Entnahme des Kraftwassers wird sich die Notwendigkeit ergeben, auch den Werkkanal zur Eisabfuhr heranzuziehen. Besteht im konzentrierten Gerinne eine Geschwindigkeit von V_1, mißt die Breite des Flusses B_1 und beträgt das Verhältnis d_1 zwischen Breite des Gerinnes und Breite der zusammengeschoben gedachten Eisschollen, bezeichnen B_2, v_2 und d_2 die bezüglichen Maße in der Entnahmestrecke und B_3, v_3 und d_3 die im Werkkanale, so müßte, um Einschoppungen hintanzuhalten, mindestens die Relation bestehen

$$B_1 v_1 d_1 = B_2 v_2 d_2 + B_3 v_3 d_3.$$

Einschränkungsbauten in der Entnahmestrecke werden die Gefahr der Eisstoßbildung vergrößern, desgleichen Ungleichmäßigkeiten. Greift man zum Mittel des Eisbrechens, so darf nicht vergessen werden, daß beim wiederholten Brechen die Eisschollen an Stärke immer mehr zunehmen.

Jedenfalls werden aber die Effektverluste in der Kraftanlage durch die Bannung der Eisgefahren gegenüber den Wirkungen

[9]) R. Halter, „Eiserscheinungen in fließenden Gewässern." Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst, 1916, Heft 24, 25.

Digitized by Google

der Geschiebeführung infolge der Seltenheit ihres Eintrittes zurücktreten.

Bezüglich der Wehrkonstruktionen bei Wasserkraftanlagen an der Donau muß zunächst bemerkt werden, daß die Schiffahrt große Lichtweiten der Wehröffnungen erfordert, die bei dem in Ausführung stehenden Stauwehr in der Donau oberhalb Passau mit 25 m bestimmt wurden. Bei den wasserrechtlichen Verhandlungen über das Projekt der Wasserkraftanlage nächst Wallsee wurden von den Vertretern der Großschiffahrt sogar Oeffnungen von 50 m bedungen.

Im ersteren Falle sind noch Schützenwehre möglich, in der Höhe unterteilt und sind also solche in Ausführung begriffen. Bei diesen Lichtweiten von 25 m sind Schützen für die Eisabfuhr entschieden Walzen- oder Segmentwehren vorzuziehen, weil für Eisabfuhr bekanntlich die oberen Teile wirksamer sind.

Bei Walzen- oder Segmentwehren wird die volle Hebung der beweglichen Konstruktionsteile notwendig, steht also mit einer für die Eisabfuhr belangloseren Absenkung des Stauraumes in Verbindung.

Sollte bei weiteren Stauanlagen die Lichtweite mit 25 m nicht mehr den Ansprüchen der Großschiffahrt genügen, so müßte dann doch auf Walzen- oder Segmentwehre gegriffen werden, falls es dem Eisenbau nicht doch gelingen sollte, Schützenkonstruktionen von noch größerer Lichtweite als 25 m herzustellen. Die gleichen Erwägungen gelten bei den Abschlußkonstruktionen bei der Abzweigung des Werkkanales.

Zur Unterstützung des Eisdienstes könnten immerhin aber noch Eisbrechdampfer beigestellt werden.

Bei drohender Eisgefahr niedergelegte Wehre dürften erst wieder nach Ablauf der Frostperiode aufgerichtet werden.

III.

WECHSELBEZIEHUNG ZWISCHEN KRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT UND DEREN EINRICHTUNGEN, HOCHWASSERSCHUTZ UND LANDWIRTSCHAFT.

Von R. Halter.

Der Einfluß der Wasserkraftnutzung auf die Schiffahrt wird sich je nach den Formen der Nutzung, wie sie im vorhergehenden Abschnitt behandelt worden sind, verschieden gestalten.

Der einfachste Fall, daß ohne Stauwehr im Strome Wasser seitlich in den Werkkanal geleitet wird, also der sogenannte freie Einfang wird die geringsten Störungen im Gleichgewichte der Geschiebeführungen hervorrufen, die seitliche Wasserentziehung wird aber in der Entnahmestrecke die Einlegung einer Konzentrationsrinne bedingen, um die Fahrwassertiefenverminderung hintanzuhalten. Das flußaufwärtigste Werk am Werkkanal wird aber an einer großen Inkonstanz der Leistungsfähigkeit zu leiden haben. Diese Type steht aber in ihrer Wechselbeziehung zur Schiffahrt in einem ähnlichen Verhältnis wie die Type der Entnahme mit Stauwehr und wird hier auf die bezügliche Type hingewiesen. Die nächste Type ist die Entnahme mittelst hohem Stauwehr ohne Seitenkanal.

Es steht diese Form der Flußkanalisierung am nächsten, nur wird hier das Gefälle in wenigen Staustufen konzentriert, um die Zahl breiter und kostspieliger Wehre zu verringern.

Die Schiffahrt wird hier der Kraftnutzung eine Konzession machen müssen.

Bei kanalisierten Flüssen verlangt die Schiffahrt die Niederlegung der Wehre, sobald die Wassertiefe dies ermöglicht. Die Wehre sind also nur während der Niederwasserperioden aufgestellt; die Kraftnutzung verlangt aber, wenn sie nicht zu einer zeitlich sehr beschränkten Wirksamkeit herabsinken soll, die Belastung des Staues mit Ausnahme der Hochwasserperioden.

Die Schiffahrt ist fast auf die ganze Schiffahrtsdauer auf die Benützung der Kammerschleusen angewiesen.

Um die Leistungsfähigkeit der Schiffahrt dadurch nicht zu schmälern, ist die Herstellung von Zwillingsschleusen geboten. Der Zeitverlust durch den Schleusungsprozeß wird wettgemacht durch die erleichterte Bergfahrt.

Diese Beziehungen gelten auch für die folgenden Nutzungstypen. Die vorliegende Type aber wird direkt zu einem großen Nutzen für die Schiffahrt, wenn dadurch eine felsige und eine unregelmäßige Stromsohle überstaut werden soll.

Zu diesem Momente sei besonders auf die schon im I. Abschnitte dieses Berichtes näher erwähnte Kataraktenstrecke von O Moldava bis Turn Severin hingewiesen.

Die Initiative zu dieser Frage ergriff im Jahre 1916 der Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie, welcher den Verfasser dieses Berichtsabschnittes um ein Gutachten über diese Frage ersuchte.

Derselbe hat nun vorgeschlagen, statt der vielen Stauwerke und Schleusenanlagen an den einzelnen Katarakten die Einzelgefälle in zwei Staustufen zusammenzufassen, und zwar eine am Felsriff Jucz und eine zweite unterhalb des Eisernen Tores.

Für die Schiffahrt wäre dies ein großer Gewinn, da die Zahl der Schleusen in der ganzen Strecke sich dann auf zwei herabmindern würde.

Durch das Stauwerk Jucz sollen sämtliche oberhalb gelegenen Katarakte überstaut werden. Ein eigentlicher Werkkanal entfiele, das Turbinenhaus würde neben das Wehr gestellt und die Schiffahrt durch eine Zwillings-Schachtzugschleuse vermittelt.

Es ist dies dieselbe Idee, die am Rhein bei Laufenburg und Augst-Wyhlen, bei Faal an der Drau, sowie am Mississippi bei Keokuk bereits zur Durchführung gelangt ist und jetzt bei Steinbach oberhalb Passau ausgeführt wird.

Die lange Schluchtstrecke bis hinauf gegen O Moldava macht diese Ausführung möglich.

Durch den hohen Aufstau am Jucz könnte dann eine Wasserkraft von etwa 250 000 PS zur Ausnützung gelangen. Es ist natürlich, daß einerseits die Geschiebe- und Sinkstoffführung, anderseits die Eiserscheinungen Maßnahmen am Stauwehre erheischen werden, wie dies bei jedem Strome in mehr oder weniger belangreichem Maße der Fall ist und die sich in partiellen und periodischen Nutzungsopferungen äußern werden.

Auch am Eisernen Tore, wo nur ein geringeres absolutes Gefälle vorhanden ist als am Stauwerke Jucz, können je nach der Art der Anlage bis zu 100 000 PS gewonnen werden.

Die so gewonnenen Wasserkräfte würden zweifellos dem Bedürfnis der Industrie, Landwirtschaft und des Verkehrs dienstbar gemacht werden können. Es genügt, auf die unabweisliche Notwendigkeit der künstlichen Beschaffung von Stickstoffdünger hinzuweisen. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß mit der Erbauung der Stauwerke von selbst die Ueberbrückung der Donau an den betreffenden Stellen gegeben wäre.

Fast zur selben Zeit wie der Berichterstatter kam ein Schweizer Ingenieur Fischer-Rheinau mit demselben Vorschlag

Digitized by Google

an die Oeffentlichkeit, in der ganzen Kataraktenstrecke nur zwei Staustufen zu errichten und mit Großkraftanlagen zu verbinden, nur errichtet er die obere Staustufe statt bei Jucz bei Vrany, dafür muß der Stau am Wehr beim Eisernen Tor höher werden.

Fischer-Rheinau rechnet auch mit einer viel höheren Leistungsfähigkeit, weil er Beschränkungen nicht berücksichtigt, die sich aus der Geschiebe- und Sinkstoffführung ergeben werden.

Für die Kataraktenstrecke O Moldava-Turn Severin verbinden sich die Interessen der Großschiffahrt mit jenen der Donau-Kraftnützung vollkommen; erst durch die Herstellung der Kraftwasserstraße ist die rationelle Großschiffahrt, welche den Okzident mit dem Orient verbindet, vollkommen gewährleistet.

Ganz ähnliches gilt für die Gebirgsstrecke oberhalb Passau bis hinab gegen Krems; nur werden an mehreren Stellen die hohen Aufstaumaße Schwierigkeiten hervorrufen und müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit nicht landwirtschaftliche Interessen geschädigt werden.

Die Geschiebe- und Sinkstoffführung wird fallweise so berücksichtigt werden müssen, wie dies aus den vorangegangenen morphologischen Darlegungen hervorgeht.

Wir kommen nun zur Besprechung der Wechselbeziehungen zwischen Wasserkraftanlage und Schiffahrt, wenn das Nutzwasser in einem eigenen Werkkanal zum Krafthaus geleitet wird, die Schiffahrt jedoch im Strome zu verbleiben hat; das gesamte Nutzgefälle sonach aus Aufstau und Umgehung gewonnen wird.

Bezüglich dieser Fragen wie auch der übrigen Fragen, z. B. wenn bei der Kraftanlage die Schiffahrt in den Werkkanal geleitet wird, sei auch noch speziell auf die Ausführungen Kaspar Dantschers hingewiesen.[10]) So manche seiner Ausführungen finden sich in dieser Schrift wiederbehandelt, da der Verfasser dieses Berichtsabschnittes die Donauschiffahrtsverhältnisse seit Jahrzehnten mit Aufmerksamkeit verfolgt und er in den Jahren 1897 bis 1909 als Abteilungsvorstand der n. ö. Donauregulierung mit diesen Fragen dienstlich zu tun hatte.

Vor allem sei bemerkt, daß die Bedeutung der Großschiffahrt an der Donau gegenüber der Kraftnutzung eine weit größere ist und das primäre Interesse beansprucht.

Selbstverständlich werden trotzdem der Schiffahrt kleine Opfer auferlegt werden müssen, es wird aber die Aufgabe der Technik sein, sie durch Ausgestaltungen auf ein Minimum herabzusetzen. Die Wasserentnahme aus dem Strome zur Kraftnutzung wird bei sehr niedrigen Wasserständen eingeschränkt werden müssen, um die für den rationellen Großschiffahrtsverkehr erforderliche Tauchtiefe der Schleppschiffe in der Entnahmestrecke nicht zu unterschreiten und so auf die belästigende Leichterung greifen zu müssen. Daß dies aber nicht so weit getrieben werden soll, um dieses Gesetz auch noch bei säkularen Niederwasserkatastrophen aufrecht zu erhalten, ist wohl selbstverständlich.

Eine weitere nautische Schwierigkeit ergäbe sich aus der seitlichen Wasserableitung, wenn die Aufrechterhaltung der Geschiebeführung eine weitgehende Einschränkung des Stromquerschnittes in der Entnahmestrecke bedingen würde.

Diese Schwierigkeit setzt dann ein, wenn die Breite des konzentrierten Profiles die Ausführung der nötigen Schiffahrtsmanöver des zu Tal fahrenden Schleppzuges gefährdet.

Hier tritt die Notwendigkeit zutage, die meist empirisch festgesetzten Raumerfordernisse für die Ausführung der Schiffsmanöver durch wissenschaftliche Versuche einer Ausgestaltung zu unterziehen; die Frage ist durchaus nicht unberührt.

Als in der Wiener Stromstrecke die Niedrigwasser-Regulierung ausgeführt worden ist, also eine Konzentrationsrinne gebaut wurde, handelte es sich darum, die Buhnen am Wendeplatze der Dampfschiffe unterhalb der sogenannten Kronprinz-Rudolf-Brücke weniger weit in den Strom einzubauen, um die Schiffswendung zu ermöglichen. Die bezüglichen Aufnahmen haben den Weg gezeigt, der zur Feststellung des unbedingt nötigen Wenderaumes führen kann.

Es erhellt daraus die Notwendigkeit, daß in solchen Fragen ein viel engeres Zusammenarbeiten von Ingenieuren und Nautikern nötig ist als bisher und der Versuchsweg sowohl im Laboratorium als auch im großen nicht vermißt werden kann.

Ganz das gleiche gilt bezüglich der Frage der Erhöhung des Schiffswiderstandes im Bergzuge infolge des seitlichen Wasserentzuges.

Diese Frage gewinnt akute Bedeutung bei Niederwasserständen und sie ist für die österreichische Donaustrecke insofern besonders wichtig, als der Warenverkehr an der Donau in der Bergfahrt zur Spätherbstzeit gerade ein sehr intensiver ist und die Schiffahrt oft noch bis zum Eintritt des Eisrinnens forciert wird. Im allgemeinen vermindert ja die Wassertiefe die Geschwindigkeit des Stromes, vermindert also den Schiffswiderstand des bergfahrenden Schiffes. Dies gilt jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze. Wenn die Flottwasserhöhe, d. i. der Abstand des Schiffsbodens von der Stromsohle, unter ein gewisses Minimum herabsinkt, so steigt der Schiffswiderstand infolge der Steigerung der Reibung ganz bedeutend, wie dies ja auch die Studien und Versuche in der schiffbautechnischen Versuchsanstalt in Wien ergeben haben.

Mit dieser Frage hat sich auch Karl Ebner beschäftigt, als es sich um die Wasserkraftnutzung der Donau bei Wien handelte.[11])

Ebners Schlußergebnisse gehen darauf hinaus, die Grenze der zulässigen Absenkung durch seitliche Entnahme durch Versuch im großen endgültig festzustellen. Nautische und wirtschaftliche Momente sind es also, welche die Frage der Entnahmbarkeit und sonach die Leistungsfähigkeit der Kraftanlage nebst den rein hydrologischen Momenten grundlegend beeinflussen.

Die Nutzungsform: seitliche Ableitung des Kraftwassers in einem Werkkanale mit Benützung des Werkkanales für die Schiffahrt ist natürlich nur für solche Entnahmemengen in Betracht zu ziehen, die mit der Ausübung einer wirklichen Großschiffahrt vereinbarlich sind.

Bei der Profilgebung des Werkkanales ist darauf Bedacht zu nehmen, daß der Schiffswiderstand nicht größer wird als im offenen Strome, weiters müßten die Dimensionen des Werkkanales so gewählt werden, daß die notwendigsten Schiffsbewegungen, besonders der Schleppzüge, ohne nennenswerte Behinderung glatt und gefahrlos ausgeführt werden können. Der Zulauf zu den Krafthäusern ist durch entsprechende Vorhafenanlagen von den Schiffahrtsrinnen zu trennen. Die größere Verkehrsintensität ist auch hier durch die Anlage von Zwillingszugschleusen zu sichern.

Wenn nun auch die Großschiffahrt in den Werkkanal verlegt wird, muß im Falle der Not die Entnahmestrecke so ausge-

[10]) Dantscher, „Schiffahrt und Wasserkraftnutzung." Wasserkraft-Jahrbuch 1924.

[11]) Ebner, „Studie über die Zulässigkeit der Absenkung des Wasserspiegels der Donau zum Zwecke der Wasserkraftausnutzung unter Rücksichtnahme auf die Schiffahrt." Zeitschr. des österr. Ing.- u. Architekten-Vereins, 1919, Heft 9.

Digitized by Google

staltet werden, daß die Schiffahrt, wenn auch mit Beschränkungen, im Strome selbst stattfinden kann, was natürlich auch zur Herstellung einer weiteren Kammerschleuse, welche unmittelbar neben dem Wehre zu errichten sein wird, führen wird.

Keineswegs liegen bei dieser Type der Kraftanlage in der Donau jene Schwierigkeiten vor, wie sie bei der Kraftwasserstraße in künstlichen Wasserstraßen auftreten, da ja hier von einer Begrenzung der Fahrwassergeschwindigkeit nicht in diesem Maße gesprochen zu werden braucht.

Was nun die Wechselbeziehung zwischen Wasserkraftnutzung und Hochwasserschutz anbelangt, so ist es wohl selbstverständlich, daß der Stau der Wehre beim Herannahen eines Hochwassers durch ganzes oder partielles Oeffnen der natürlich beweglichen Wehrkonstruktion ganz oder größtenteils beseitigt werden muß; während der Stauzeit jedoch wird im Sinne der früheren Ausführungen durch Geschiebe- und Sinkstoffablagerungen, die nicht immer sofort durch Baggerungen oder Spülprozesse vollständig beseitigt werden können, auch der Hochwasserabfluß eine, wenn auch nicht umfangreiche, Erhöhung des Hochwasserspiegels erfahren können.

Noch mehr wird dies der Fall sein, wenn behufs Erzielung eines Gleichgewichtszustandes bei Stau oder Seitenentnahme in das Strombett eine Konzentrationsrinne eingelegt wird.

Die Verhinderung weitgehender Verschlechterung der Hochwasserabflußverhältnisse durch Aufschotterung des Strombettes wird bei der Einlegung einer Konzentrationsrinne durch kleine aber bleibende Erhöhungen des Hochwassers bezahlt werden müssen.

Es ist eine Sache lokaler Erhebungen, inwieweit dies zulässig ist oder durch bauliche Maßnahmen unschädlich gemacht werden muß. Ueber den Rahmen lokaler Regelungen reichen aber jene Stromstrecken, die mit beiderseitigen Hochwasserschutzdämmen versehen sind und die Kronenlagen dieser Dämme solche sind, daß die Sicherheit bei außerordentlichen Katastrophenhochwässern nur mehr eine sehr geringe oder sogar eine unzureichende ist.

Zur Illustration diene diesfalls die Wiener Stromstrecke. Der Donaustrom durchfloß vor seiner ersten Regulierung in den Jahren 1869 bis 1875 in vielen Armen zerspalten, den aufgelandeten Grund eines Seebeckens geologischer Vorzeiten. Viele Kilometer breitete sich das Hochwasser aus. Die genannte Regulierung hob das Inundationsgebiet auf, schuf ein eingedämmtes Konzentrationsgerinne mit Inundationsgebieten zwischen den Schutzdämmen und der Stromrinne. Der Stand der Hydrographie der damaligen Zeit gestattete die Hochwassermenge, welche das Stromprofil abzuführen hatte, nur zu schätzen und die Unkenntnis über die Retentionswirkung großer Ueberschwemmungsgebiete und des Wellenverlaufes großer Hochwässer führte zu Fehlschlüssen aus den im geschlossenen Hochwasserbette bei Budapest erhobenen Hochwassermengen und den in Wien auftretenden.

Wenn nun auch die Donauhochwasserdämme bisher nicht überronnen wurden, so haben doch mittlerweile eingetretene Hochwässer, besonders jenes vom Jahre 1899, erwiesen, daß die Dämme für noch höhere säkulare Hochwässer, wie sie vom hydrographischen Zentralbureau als möglich nachgewiesen worden sind, keine Sicherheit gegen Ueberflutungen und Zerstörungen mehr bieten würden. Eine Reihe von Projekten existiert bereits, Hochwasserschutz-Ergänzungsmaßnahmen für die Wiener Donaustromstrecke auszuführen.

Der Grundgedanke hierbei ist, bei Beibehaltung der heutigen Abflußmöglichkeiten außerdem noch ein Ergänzungsgerinne am linken Ufer außerhalb des Schutzdammes zu schaffen mit Benützung der sogenannten alten Donau.

Eine Variante legt diese Ergänzungsrinne ins linksseitige Inundationsgebiet.

In beiden Fällen soll das Ergänzungsgerinne außerhalb der Zeit der Hochwässer wirtschaftlichen Zwecken dienen.

Ist darunter auch der der Wasserkraftnutzung verstanden und bringt dies die Einlegung einer Konzentrationsrinne ins eigentliche Strombett mit sich, die eine Höherspannung des Hochwassers im Gefolge hätte, so würde dies Umfang und Ausmaß der Hochwasserergänzungsschutzmaßnahmen noch erhöhen.

Der Wiener Platz bringt zu den Aufgaben der kurrenten Schiffahrt, des Hochwasserabflusses und der Kraftnutzung auch noch jene der Hafen- und Umschlagseinrichtungen, nachdem die bezüglichen heutigen Einrichtungen und Anlagen noch sehr ergänzungsbedürftig sind.

Die Kombination all dieser Mittel führt nun sehr leicht zu einer Reihe von Schwierigkeiten und es entsteht die Frage, ob hier nicht die primären Interessen der Schiffahrt und ihres rationellen Umschlages vor allem gewahrt werden müssen. Da Wien ohnehin mit einem Fernleitungsnetze in Verbindung steht und dieses Netz bei Ausnützung der großen Alpenwasserkräfte und der Donaukräfte außerhalb Wiens noch ausgestaltet werden muß, daher die Zufuhr sehr großer Energiemengen nach Wien gesichert sein wird, so ergibt sich wohl mit zwingender Notwendigkeit die Folgerung, daß der Kraftnutzung des Stromes im Wiener Durchstich, die an und für sich nicht allzu groß sein darf (ca. 350 m³/sec), gegenüber den anderen Problemen nur eine sekundäre Rolle zufallen kann.

Was endlich die Wechselbeziehungen zwischen Kraftnutzung und Landwirtschaft anbelangt, so müssen diese aus dem Grunde eintreten, weil bekanntermaßen das oberirdisch abfließende Wasser das umgebende Grundwasser in seiner Höhenlage beeinflußt. Wie im Abschnitte II näher ausgeführt worden ist, ergeben sich bei allen drei Ausgestaltungsformen der Kraftwerke, im Falle keinerlei Gegenmaßregeln ergriffen worden sind, als neue Gleichgewichtslage eine Hebung der Flußsohle sowohl in der Einfang- wie Entnahmestrecke, während die Rückgabestrecke in der alten Gleichgewichtslage verbleibt. In der Einfangstrecke wird unter allen Umständen mit der Hebung der Flußsohle auch eine Hebung des Wasserspiegels verbunden sein, so daß nicht nur in der eigentlichen Rückstaustrecke, sondern auch flußaufwärts derselben die Grundwasserstände dauernd gehoben werden. In der Entnahmestrecke dagegen wird die durch die Auflandung der Flußsohle verursachte Hebung des Wasserspiegels teilweise durch die Verminderung der Wassertiefe infolge Entnahme und durch die Vergrößerung des Ringgefälles kompensiert werden.

Gelangen jedoch im Sinne der Darlegungen im Abschnitte II flußbauliche Gegenmaßregeln zur Beseitigung bzw. Verminderung der Hebung zur Ausführung, dann wird in der Einfangstrecke die Hebung des Flußwasserspiegels und damit auch des Grundwasserspiegels sowohl in der Höhe als auch in der Längenausdehnung vermindert oder gänzlich beseitigt, während in der Entnahmestrecke, namentlich bei Niedrigwasserständen des Flusses Absenkungen des Grundwasserstandes eintreten können.

Man sieht daher, daß die Projektierungsarbeiten einer Wasserkraftanlage sich nicht nur auf die Kraftanlage als solche zu

Digitized by Google

erstrecken haben, sondern daß infolge des Zusammenhanges zwischen den Grundwasserständen und der landwirtschaftlichen Nutzung auch Vorschläge über Entwässerung und allenfalls Bewässerung im ganzen Bereiche des Kraftwerkes studiert werden müssen.

Ein derartiges Eingehen auf die zu erwartenden Grundwasserstandsänderungen des Tales verlangt aber naturgemäß eine genaue Kenntnis des derzeitigen Bestandes der Grundwasserverhältnisse und es wäre daher Aufgabe der hydrographischen Aemter, für eine Ausgestaltung eines Beobachtungsdienstes für Grundwasser in eben derselben Weise vorzusehen, wie es bereits für die oberirdisch abfließenden Gewässer in zweckdienlicher Weise geschehen ist.

IV.

SCHLUSSBEMERKUNGEN.

Von R. Halter und F. Schaffernak.

In der Wasserkraftwirtschaft der Gebirgsländereien stehen sich zumeist nur die Wasserführungsverhältnisse mit und ohne Speicherung und der Bedarf an elektrischer Energie gegenüber und aus diesen beiden Elementen ergibt sich die zweckentsprechende Lösung und die Wasserentnahme ist nur durch ältere Rechte gebunden. Die Geschiebebewegung spielt meist eine untergeordnete Rolle. Das Verhältnis zwischen Nieder- und Hochwasser ist ein vielfach größeres als im Wasserlauf der Ebene, das Geschiebe ist im Gebirge noch groß und unverrieben, bedarf einer Schleppkraft, die nur bei höheren Wasserständen vorhanden ist. Die Geschiebebewegung ruht daher bei Kleinwasserständen fast vollständig und bei Eintritt von Hochwässern sind die beweglichen Wehre geöffnet. Die Verhältnisse an der Donau sind damit nicht im entferntesten vergleichbar. Die Geschiebe sind schon stark verrieben, die Wasserführung ist schon bei Niederwasser beträchtlich (in Wien z. B. 700 m³/sec), die Geschiebeführung ist daher auch noch bei Niederwasser, wenn auch in sehr vermindertem Maße, vorhanden. Wir haben aus den bisherigen Darlegungen entnehmen können, wie sehr Stau und Seitenentnahme auf die Geschiebeführung Einfluß nehmen und welche Mittel notwendig sind, um unzulässige Zustände zu vermeiden oder auf ein geringeres Maß zu reduzieren. Sie werden sich in periodischen Nutzungsopferungen und in Stromprofiländerungen äußern, welche die Leistungsfähigkeit der Anlage und die Höhe der Baukosten beeinflussen.

Jetzt treten aber zur Sinkstoffführung noch die Anforderungen der Schiffahrtsstraße hinzu und im vorhergehenden sind die Momente entwickelt, die diesfalls in Betracht kommen.

Schließlich werden auch die Einflüsse der Eisführung, des Hochwasserschutzes und der Landwirtschaft in Betracht gezogen werden müssen.

Die Projektierung einer Wasserkraftanlage an der Donau hängt also von vier Beurteilungsfaktoren ab, nämlich von der Wasserführung, von der Sinkstoffführung, von dem Energiebedarf und von den Schiffahrtsinteressen. Daher ist der Projektierungsvorgang ein völlig verschiedener von dem bisher gepflegten Modus.

Das primäre Interesse ist der Schiffahrt zuzuwenden und dennoch darf dasselbe nicht zur alles dominierenden Alleinherrschaft gelangen und kleine belanglosere Opfer wird auch sie zu bringen haben.

Wieweit aber ein billiger Ausgleich zwischen den Anforderungen der übrigen Interessen getroffen werden kann, darüber kann nur eine einvernehmliche Zusammenarbeit aller Beteiligten zum Ziele führen. Für künftig auszubauende Kraftstufen an der Donau ist bereits ein Vorbild geschaffen, nämlich das Kraftwerk bei Passau. Der Bau dieses Werkes geht der Vollendung entgegen und die Erfahrungen, die beim Baue und Betriebe gewonnen werden, können in der Frage des weiteren Ausbaues von Donaukraftwerken von großem Einflusse sein.

Es darf aber dabei nicht vergessen werden, daß die Verhältnisse der Sinkstoffführung der Donau oberhalb Passau weitaus günstigere sind, als jene des Stromes in Oesterreich, weil da noch nicht der geschiebereiche Innfluß mit der Donau vereinigt ist und die Geschiebe von Iller und Lech bis Passau schon stark verrieben sind.

Aber auch der Innfluß bietet reichlich Gelegenheit für die Beobachtung der Wechselbeziehung zwischen Geschiebeführung und Kraftnutzung, und zwar in erster Linie in der untersten Kraftstufe am Inn, das ist die Wasserkraftanlage bei Jettenbach.

Die Aufschlüsse von gewissenhaften Beobachtungen der beiden Anlagen bei Passau und Jettenbach werden wohl das meiste zur erschöpfenden Lösung des Donauproblems beitragen. Bei diesem Anlasse kann es aber nicht dringlich genug bezeichnet werden, den Geschiebebeobachtungsdienst großzügig auszubauen und nicht durch Landes- und Staatsgrenzen zu unterbinden, denn die Ergebnisse dieser Beobachtungen und Forschungen sind von solch weittragender Bedeutung, daß sie das Interesse der Donau allein übersteigen.

Ist die Erkenntnis über den Geschiebebetrieb schon ziemlich vorgeschritten, so ist dies bezüglich des Geschiebeverriebes und der Schwebestofführung noch nicht in dem Maße der Fall und es müssen daher auch in dieser Richtung die Forschungen in der Natur und im Laboratorium intensiver gepflegt werden.

Erst dann wird man im Zusammenklang der Erkenntnisse in allen den besprochenen Naturvorgängen einer Lösung der schwierigen Probleme, wie sie bei der Ausnützung der Donau zu Verkehrs- und Energienutzungszwecken auftauchen, entgegensehen können.

Gewiß liegen auch heute schon eine Reihe von beachtenswerten Vorschlägen über die Kraftnutzung an der Donau vor, doch erscheint den Verfassern dieser Studie die Durcharbeitung dieser Projekte noch immer nicht in dem Umfange durchgeführt, als daß sie beim heutigen Stande der Erkenntnis vollauf befriedigen könnten.

Die vorliegende Arbeit, welche dem Titel gemäß nur auf einzelne aktuelle Momente in der Beurteilung der Donaufrage hinweisen will, soll nicht abgeschlossen werden, ohne an alle Interessenten dieser Angelegenheit, also an den Hydrologen, wie Nautiker und Wirtschaftler den Appell zu richten, alles aufzuwenden, die jetzt noch herrschenden Gegensätze in den Anschauungen zu mildern und zu trachten, in gemeinsamer Arbeit zu einer gedeihlichen und allseits befriedigenden Lösung zu gelangen. (W. 864)

Digitized by Google

Fluchtlinientafeln.

Von Ingenieur Dr. F. Sitte, Brünn.*)

Im Sinne des Grundsatzes einer höheren Wirtschaftlichkeit trachtet man alle Zahlenrechnungen[1]) von der zahlenmäßigen Auswertung verwickelter Formeln bis zur Durchführung mathematischer Ansätze immer mehr zu vereinfachen und mechanischer zu verrichten, nicht zuletzt um dadurch mehr Arbeitskraft für schöpferische Tätigkeit zu erübrigen. Logarithmentafeln, Rechenschieber[2]), Rechentafeln[3]), Rechenmaschinen und zeichnerische Verfahren dienen diesen Zwecken. In neuerer Zeit haben solche zeichnerische Rechenhilfsmittel, bei denen eine einzige Tafel für die wiederholte Auflösung einer allgemeinen Gleichung nach irgendeiner Veränderlichen für beliebige Werte der unabhängigen Veränderlichen verwendet wird und darunter besonders Fluchtlinientafeln[4]) an Stelle der früher zumeist verwendeten Netztafeln ihrer besonderen Vorzüge wegen eine tiefere Untersuchung und eine umfassendere Anwendung gefunden. Ein kurzer Ueberblick über die zur Verfügung stehenden zeichnerischen Rechenverfahren[5]), die Einsicht in die lagengeometrischen Beziehungen und in den Zusammenhang zwischen Maßstabeinheiten und Entfernungen der Teilungsträger ermöglichen das Entwerfen einer zweckentsprechenden graphischen Tafel (eines Nomogrammes) auch für weniger einfache Funktionen einer größeren Zahl von Veränderlichen.

Das die einzelnen Verfahren darlegende Anwendungsbeispiel sei der Hydraulik entlehnt[6]), in welcher zumeist Rechenschiebergenauigkeit[7]) genügt, und zwar sei als besonders kennzeichnend eine der neueren Potenzformeln für die mittlere Geschwindigkeit bei gleichförmiger Bewegung gewählt, die als die theoretisch wie praktisch entsprechendste Gestalt dieser Formeln anzusehen ist[8]). Unter der großen Zahl der in der letzten Zeit in reiner Exponentialform aufgestellten Formeln hat in den deutschen Ländern die Fassung nach Ph. Forchheimer[9]) den größten Anklang gefunden:

$$v = \lambda\ R^{0{\cdot}7}\ J^{0{\cdot}5}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

worin R = hydraulischer Halbmesser, J = relatives oder Reibungsgefälle und die Glätteziffer λ nahezu gleich dem reziproken Werte der Ganguillet-Kutterschen Reibungszahl n wird. Man erkennt die flotte zahlenmäßige Lösbarkeit derartiger Formeln, da irgendeine der 4 Veränderlichen unmittelbar bestimmt werden kann und logarithmische Rechnung möglich ist. Die im folgenden entwickelten Verfahren gelten jedoch auch sinngemäß im allgemeinen Falle beliebiger Teilfunktionen von ähnlichem logarithmierbaren Zusammenhang

$$\Phi_1\ \Phi_2 \quad \Phi_3\ \Phi_4, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2$$

wobei zu setzen ist: $\Phi_1 (z_1) = v$, $\Phi_2 (z_2) \quad n = \frac{1}{\lambda}$,

$$\Phi_3 (z_3) = R^{\mu} \quad R^{0{\cdot}7}, \ \Phi_4 (z_4) = J^{\nu} \quad J^{0{\cdot}5}$$

Jede Formel der praktischen Hydraulik gilt letzten Endes nur für einen bestimmten Anwendungsbereich. Die Forchheimersche Formel hat sich für Röhren und Werksgräben großer Abmessungen als sehr geeignet erwiesen. Nachstehend ist als Zweck der Tafel die Berechnung eines Druckstollens etwa einer Kraftwasserfernleitung vorausgesetzt und sind dementsprechend die Grenzen der Veränderlichen festzusetzen. Als Querschnitt wird heute hierzulande die theoretisch richtigste, nämlich sowohl in statischer als auch in hydraulischer Beziehung günstigste Form, der Kreisquerschnitt, ausgeführt, so daß

$$R \quad \frac{d}{4}; \ (d = \text{Durchmesser in m}) \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

$$\text{und } Q = v \cdot \frac{\pi d^2}{4}; \ (Q = \text{Wassermenge in m}^3/\text{s}) \quad \ldots \quad (4$$

Nur jene Druckstollenbauten, bei denen Ausführungsmomente wirtschaftlich ausschlaggebend sind, nämlich bei größter Stollenlänge, bedeutendem Querschnitte, hohen Arbeitslöhnen, weitgehendster Maschinenarbeit, also amerikanischen Bauverhältnissen, gleichzeitig in härtestem Gestein und bei kleinem Betriebsdrucke, erfordern und gestatten eine breite Sohle und behalten wie der Freispiegel(Kanal)stollen ein Hufeisenprofil bei[10]).

Als äußerstes nur für kurze Stollen zu empfehlendes Mindestmaß des Durchmessers ist min d = 1.80 (m), für längere Stollen min d = 2.50 anzusetzen, während die obere Grenze bereits den Durchmesser zweigleisiger Vollbahntunnels übertrifft[11]).

Ist etwa d in bezug auf Q als wirtschaftlich günstigste Ausbaugröße bestimmt worden, so folgt v aus Gl. (4) und J unter Beachtung der Rauhigkeit aus (1) mit (3). Für die größten Belastungsspitzen kann für das Entwerfen der Ge-

*) Eingegangen am 9. März 1925.

1) L. Schrutka, Zahlenrechnen, B. G. Teubner 1923.

2) Seit 1627, nachdem zuerst der englische Astronom E. Gunter um 1620 den logarithmischen Rechenstab verwendet hat.

3) Neuere Rechentafeln: A. L. Crelle, H. Zimmermann.

4) Auch Flucht-, Fluchten- oder Fluchtungstafeln, Verfahren der fluchtrechten, d. i. in einer Geraden liegenden Punkte.

5) R. Mehmke, Graphische Tafeln (Nomographie). Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften, I. Bd., 2. Teil, Hefte 6, 7. (1901 bis 1902.)

6) A. Schoklitsch, Graphische Hydraulik, B. G. Teubner, 1923. Von den neuen deutschen Lehrbüchern der Nomographie entnimmt das O. Lacmanns (Die Herstellung gezeichneter Rechentafeln, J. Springer, 1923) sämtliche Beispiele den Fachgebieten der Hydraulik und des Wasserbaues. B. M. Konorski (Grundlagen der Nomographie, J. Springer, 1923) bringt wertvolle Uebersichten über die bei den verschiedenen Normalformen der Funktion anzuwendenden Verfahren. Auch für andere Fachgebiete bestehen bereits eigene Nomographien.

7) 0·2 % bei 25 cm Schieberlänge.

8) H. D. I. - Mitteilungen, Brünn, 1924, S. 83 u. 107, Schrifttum S. 109 mit dem folgenden Nachtrage: Hallin S., Wasserkraft 1924, S. 335. — Hopf L., Zeitschr. f. ang. Math. u. Mech. 1923, S. 337. — Kozeny J., Wasserkraft 1924, S. 363. — Meyer-Peter E., Schweiz. Bauztg. 1924/II S. 1, 15. — Rinsum v., Wasserkraft 1924, S. 327, 390. — Strickler A., Schweiz. Bauztg. 1924/I, S. 265. — Winkel R., Zentralblatt d. Bauverw. 1923, S. 593, 613. — Wolf, Wasserkraft 1924, S. 102. — Koch, Bauingenieur 1922, S. 275.

9) Ph. Forchheimer, Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben, insbesonders durch Werkgräben größerer Abmessungen. J. Springer, 1923, und Zeitschr. d. Vereins deutscher Ing., 1923, S. 989.

10) M. Pernt, Ueber das günstigste Stollenprofil. Wasserwirtschaft, 1925, S. 29.

11) Ausgeführt: der neue Druckstollen der Niagara Falls Power Co. mit einer größten Lichtweite und größten Lichthöhe von 9·75 m, sowie einer Ausbruchsweite von fast 11 m. Geplant: Lee Ferry, Arizona, V. St. A., mit Kraftstollen von d = 9·0 für 500 m³/sek. und Umlaufstollen von d = 10.0.

Digitized by Google

schwindigkeitsleiter max v = 5 (m/s) gesetzt werden [12]). Die Glätteziffer [13]) beträgt für verputzte Stollenwandungen $\lambda = 56$ (n = 0·018) bis $\lambda = 87$ (n = 0·0115), im Mittel $\lambda = 75$ (n = 0·0133). Als Grenzwerte können angesehen werden: $\lambda = 100$ (n = 0·010) für Zementglattstrich, welcher Wert unter Umständen bei Blechauskleidungen (Panzerungen) überschritten werden kann, und $\lambda = 33$ bis 31 (n = 0·030 bis 0·032) für gunitierten Rohausbruch beziehungsweise $\lambda = 50$ (n = 0·020), wenn das untere Drittel desselben durch eine Betonschale ausgeglichen wird [14]). Das größte Gefälle dürfte der Ritom-Stollen mit J = 0·007 aufweisen.

Sind zeichnerische Rechenarten schon an und für sich zeitsparend, so sollte gleichwohl der Grundsatz größter Zeitersparnis in der Verwendung, gegebenenfalls auch in der Herstellung solcher Tafeln im Vereine mit möglichst raumsparender Anordnung derselben bei gleichem Gütegrade und unter Beachtung des besonderen Zweckes mitbestimmend oder entscheidend sein für die Auswahl unter den vielen Verfahren.

Die früher ziemlich allgemein angewendeten Netztafeln, auch Tafeln mit Linienkreuzung genannt, benützen bezifferte (kotierte) Kurven („Kurvenskalen") und werden wegen ihrer besonderen Uebersichtlichkeit in vielen Fällen auch heute noch gute Dienste leisten.

Die Darstellungsweise einer Gleichung mit 2 Veränderlichen in einem zumeist rechtwinkligen Cartesischen Bezugssysteme kann auch bei 3 Veränderlichen — v, d, J bei gleich bleibender Rauhigkeit n = 0·010 — in einer Ebene beibehalten werden, wobei auf den Bezugsachsen Teilungen [15]) für 2 Veränderliche hergestellt werden und die dritte zumeist gesuchte Veränderliche durch eine Schar bezifferter Linien dargestellt wird. Die Teilungen können sein gleichmäßige (lineare), Potenzteilungen (quadratische, kubische usw.), logarithmische oder punktweise aus einer Funktion berechnete. Die bezifferten Elemente der Schar bilden dann die Schichtenlinien (Isoplethen) der Flächenfunktion. In Abb. 1 sind für v und J gleichmäßige Teilungen gewählt und zunächst die d-Kurven verzeichnet worden. Die Q-Kurven entsprechen der für n = 0·010 durch Elimination von d aus (1) und (4) abgeleiteten Beziehung

$$J\ (‰) = 0{,}5881\ v^{2\cdot7}\ Q^{0\cdot7} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

Die Umrechnung auf einen bestimmten Rauhigkeitsbeiwert kann zunächst mit Hilfe des Rechenschiebers oder zeichnerisch durch ein Strahlenbüschel erfolgen. Bei mehrstelligem Bereiche einer Veränderlichen (J) empfiehlt es sich, für diese eine logarithmische Leiter zu wählen, wodurch die Genauigkeit an der unteren Grenze erhöht wird. Durch Verwandlungen läßt sich auch eine günstigere, d. i. weniger schräge Schnittbildung der Kurven erzielen, im vorliegenden Falle durch Wahl von Bezugsachsen für J und Q [16]).

Eine Streckung der Kurven zu Geraden, geometrische oder graphische Anamorphose [17]) genannt, ist hier durch Einführung logarithmischer Maßstäbe in Abb. 2 erzielt: der logarithmierten Forchheimerschen Gleichung

$$\log v = \log \lambda + 0{,}7\ \log \frac{d}{4} + 0{,}5\ \log J \quad \ldots (1')$$

entspricht im Bezugssysteme (log v, log J) für konstantes λ eine Schar paralleler d-Geraden. Die Bezifferung der Leitern und der Geradenschar erfolgt durch die Numeri (Antilogarithmen). Sind l_v und l_i die logarithmischen Maßstabeinheiten [18]) für v und J-Leiter, so kann eine d-Gerade zweckmäßig bestimmt werden durch ihre Steigung gegen die J-Achse: $\operatorname{tg} \varphi = 0{,}5 \frac{l_v}{l_i} = 1$ (für $l_v = 2\ l_i$) und die zu $J = 0{,}1‰$ gehörende Ordinate $a = 0{,}7 \log \frac{d}{4}$ (für $\lambda = 100$) und eine Q-Gerade nach (5) wird etwa festgelegt sein durch ihre Steigung gegen die v-Achse: $\operatorname{tg} \vartheta = 2{,}7 \frac{l_i}{l_v} = 1.35$ und den links von $J = 1‰$ auf dem Strahle v = 1 m/s liegenden Abschnitt, $b = \log 0{,}5881 - 0{,}7 \log Q$. Bei bestimmter Glätteziffer führt demnach eine praktische zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen v, J, d (Profilnummer) und Q auf 4 Scharen bezifferter paralleler Geraden [19]).

Auch bei Versuchen zur Ermittlung der Exponenten in

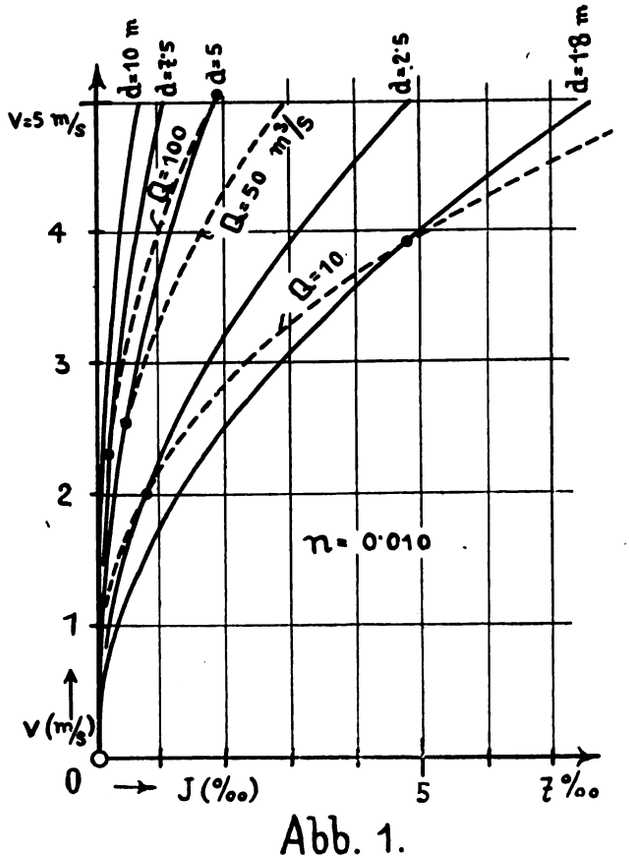


Abb. 1.

[12]) Ausgeführte Stollengeschwindigkeiten (m/sek.): neuer Druckstollen S. Croce-See-Padalto v = 4·29, Kesselbergdruckstollen des Walchenseewerkes v = 3·76, Partenstein v = 3·66, Ritomseewerk v = 3·60, neuer Niagarastollen v = 3.48.

[13]) Vergl. auch A. Strickler, Schweiz. Bauztg., Bd. 83, S. 268.

[14]) Nach Versuchen der Bau-Unternehmung Ing. Moor, Zürich, im Druckstollen Klosters-Küblis. — Der größte n-Wert ist kürzlich in Amerika bei dem aus Fels gesprengten Sals Creek Ableitungskanal mit n = 0·042 gemessen worden.

[15]) Für „Skala" haben bereits deutsche Renaissance-Mathematiker den Ausdruck „Leiter" geprägt. Funktionsleitern sind bereits im Altertume verwendet worden (Claudius Ptolemäus).

[16]) A. Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau, 3. Aufl. (1914), II. Bd., Tafel XXII, Text S. 629.

[17]) Nach Lalanne i. J. 1843. Kriterium für die Streckung krummliniger Isoplethen bei Cauchy i. J. 1843 (vergl. Mehmke a. a. O.).

[18]) Moduli, Längen eines Mantissenbereiches (Manteb).

[19]) R. Weyrauch, Hydraulisches Rechnen, 1921, K. Wittwer, Tafel II—VII, X.

Digitized by Google

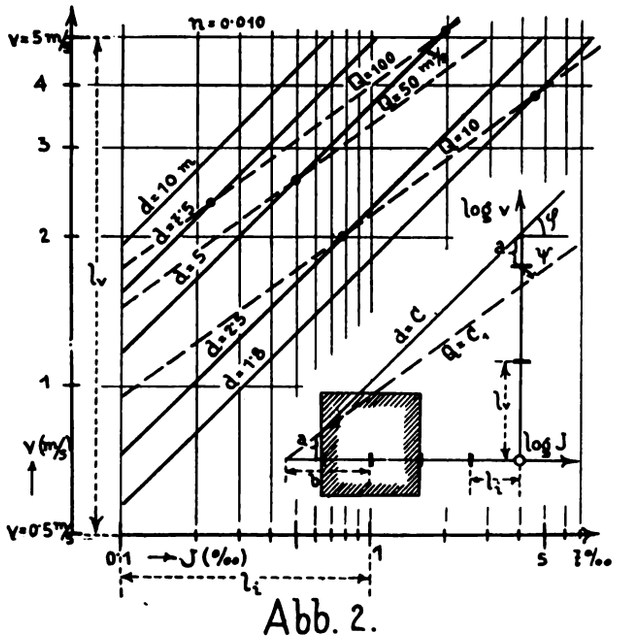


Abb. 2.

Potenzformeln gemäß Gl. (1) oder (5) werden die beiden Veränderlichen zweckmäßig in logarithmischem Maßstabe aufzutragen sein [20]), so daß die Steigung der durch Ausgleichung der Meßpunkte ermittelten Geraden dem Exponenten entspricht.

Der große Vorteil von Geradenscharen nach Abb. 2 gegenüber Kurvenscharen nach Abb. 1 überwiegt die unbedeutende Umständlichkeit der logarithmischen Zwischenschaltung [21]) gegenüber der geradlinigen. Hingegen fällt die Größe des logarithmischen Bereiches um so nachteiliger ins Gewicht, je mehr min v und min J sich dem Werte O nähern. Indessen ist die Tafel auch für Werte außerhalb des Tafelbereiches benützbar, wenn beide Seiten der Gl. (1) mit 10^m multipliziert werden. Sind beispielsweise gegeben: d = 2·5 m, J = 0·04‰, so liest man beim 100fachen J-Werte, nämlich 4‰, den 10 fachen v-Wert, nämlich 4·55 m/s, ab, so daß sich v = 0.455 m/s ergibt.

Daß schließlich die Vorzüge einer Geradenschar gemäß Abb. 2 sich auch mit den Vorzügen geradliniger Zwischenschaltung und endlicher Bereiche für von 0 veränderliche Argumente gemäß Abb. 1 vereinigen lassen, zeigt die folgende Abbildung. Hier ist für die gewöhnlich gesuchte Geschwindigkeit v ein gleichmäßiger Maßstab angenommen und die J-Leiter so ermittelt worden, daß die d-Kurvenschar als Strahlenbüschel aus dem Ursprunge der Bezugsachsen erscheint. Wenn nämlich i und d gleich bleiben, folgt nach Gl. (1):

$$v : J^{0.7} \quad \text{const.}$$

als Gleichung der d-Kurven. Läßt man nun die Bezifferung der J-Leiter (in ‰) im quadratischen Verhältnisse mit der Entfernung der Punkte von O wachsen, so streckt sich das Kurvenbüschel zum Strahlenbüschel. Wenn v = 1 m/s in der Zeichnung dargestellt wird durch die Strecke Lv (mm) und J = 1‰ durch Li (mm), so ergibt sich die Steigung eines d-Strahles aus $\operatorname{tg}\varphi = \frac{v\ (m/s)\ Lv}{\sqrt{J(‰)} \cdot Li}$ und in Verbindung mit Gl. (1) wird $\operatorname{tg}\varphi = 1{,}198 \frac{Lv}{Li} \cdot d^{0.7}$. Für Lv : Li = 20 : 29 und d = 1·80 (m) ist tg φ = 1·25. Diese besondere Netztafel kann als Strahlentafel (Radiant) bezeichnet werden [22]). Die Q-Linien erscheinen in Abb. 3 gekrümmt, am einfachsten sind ihre Schnittpunkte mit den d-Strahlen zu errechnen. Als weiterer Vorzug der Netztafeln kann angeführt werden, daß die Lagenbeziehung aufrecht erhalten bleibt, wenn die Rechentafel verzerrt wird, so daß ein Eingang des Papiers keinen Einfluß auf die Genauigkeit dieser zeichnerischen Ermittlungen hat. Ferner kann besonders auch bei nichtkreisförmigen (Ei-, Maul- und Hauben-) Profilen statt der d-Kurvenschar die Reihe der Querschnitte verwendet werden [23]).

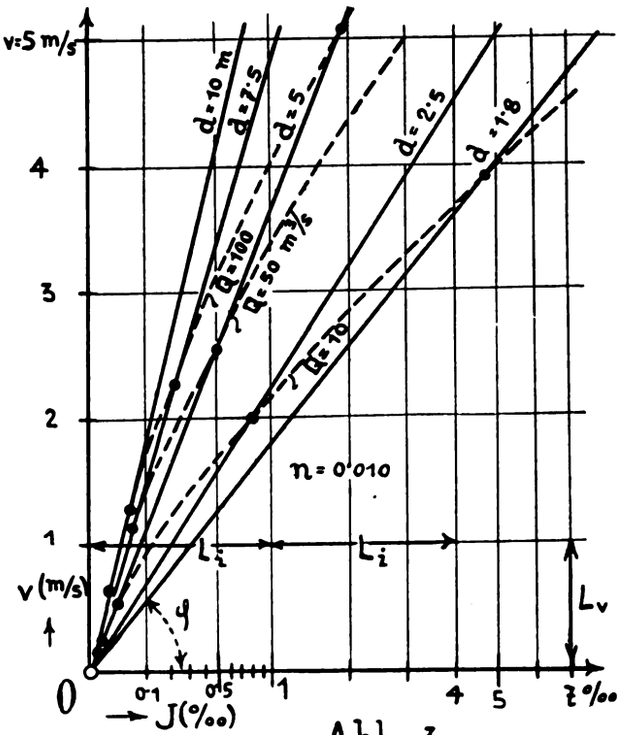


Abb. 3.

Im allgemeinsten Falle derartiger Netztafeln ist eine Funktion dreier Veränderlicher, Φ (x y z) = 0, durch 3 Scharen derart bezifferter Kurven gegeben, daß die zusammengehörenden Werten entsprechenden 3 Elemente durch einen Punkt gehen. Die Darstellung durch Geradenscharen ist im vorliegenden Falle auch bei 4 Veränderlichen (v n R J) bei Verwendung von Doppellogarithmenpapier noch möglich durch eine Hilfsschar paralleler Ablesegeraden [24]). Sonst werden bei 4 und mehr Veränderlichen 2 und mehr Netztafeln für je 3 Veränderliche als Teiltafeln aneinandergefügt [25]). Schnitt-

[20]) Wie bereits O. Reynolds in seinen klassischen Untersuchungen über die kritische Geschwindigkeit, Phil. Transactions of the R. Soc. London, 1883, S. 935.

[21]) Logarithmische Maßstäbe und Teilungen 20 bis 350 mm können von der Verlagsgesellschaft „Organisation" (S. Hirzel), Berlin, bezogen werden.

[22]) Vergl. die J-Strahlentafel bei E. Beyerhaus, Bauingenieur 1921, S. 528.

[23]) Lacmann, a. a. O. S. 50.

[24]) Vergl. die empfehlenswerte Darstellung nach E. Kreitmeyer „Beitrag zur Potenzformel", Wasserkraft 1924, S. 349.

[25]) Lacmann, a. a. O. S. 75.

Digitized by Google

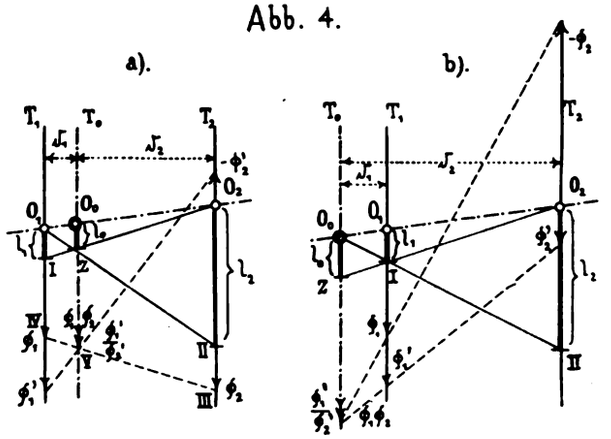
bildung und Zwischenschaltung mit den Elementen der Kurvenscharen sind im allgemeinen Falle unsicher und die Herstellung der Kurvenscharen ist ziemlich mühsam.

Den Strahlenbüscheln (Kurvenscharen) stehen dual Punktreihen gegenüber, der Schnittbildung von Kurvenelementen entspricht reziprok die Strahlenverbindung der Punktelemente als deren Schein. An die Stelle der Kurvenskalen können ohne weiteres Punktleitern treten. Die einfachsten derartigen Tafeln beruhen auf der graphischen Addition. Sind in Abb. 4 auf parallelen Trägern T_1 und T_2 für die Teilfunktionen $\Phi_1(z_1)$ und $\Phi_2(z_2)$ logarithmische Leitern mit den bezüglichen Maßeinheiten l_1 und l_2 aufgetragen und wird jede dieser logarithmischen Leitern von einem Punkte der anderen auf eine zunächst beliebige Gerade T_0 projiziert, so entstehen wieder logarithmische Leitern, deren Maßstäbe sich aus den Entfernungen δ_1 und δ_2 der 3 Teilungsträger ergeben. Für $\delta_1 : \delta_2 = l_1 : l_2$ folgen für beide Projektionsteilungen auf der sogenannten Zapfenlinie T_0 dieselben Maßstäbe, nämlich im Falle T_0 innerhalb (Abb. 4a):

$$l_0 = l_1 \delta_2 : (\delta_1 + \delta_2) = l_2 \delta_1 : (\delta_1 + \delta_2) \quad (6)$$

und im Falle T_0 außerhalb (Abb. 4b):

Abb. 4.



$$l_0 = l_1 \delta_2 : (\delta_2 - \delta_1) = l_2 \delta_1 : (\delta_2 - \delta_1)$$

Die beliebigen Projektionspunkte O_1 und O_2 werden zweckmäßig entsprechend Funktionswerten $\Phi = 10^m$ gewählt. Der Verbindungsstrahl $O_1 O_2$, die Ursprungsgerade [26]) und der Doppelstrahl beider Projektionsbüschel, schneidet T_0 im Punkte O_0, der mit dem Produkte $\Phi_1 \Phi_2$ bzw. mit dem Verhältniswerte $\Phi_1 : \Phi_2$ beziffert wird. Durch den Punkt O_0 und die Maßeinheit nach (6) ist die logarithmische Leiter auf T_0 festgelegt. Die so ermittelte Hilfsleiter hat die Eigenschaft, daß der die Ablesungen Φ_1 und Φ_2 verbindende Ablesestrahl oder Weiser auf der Zapfenlinie die Summe (Differenz) der Logarithmen abschneidet und daher bei entsprechender Bezifferung durch die Numeri z_1, z_2 das Produkt $\Phi_1 \Phi_2$ (Verhältnis) gleichsinnig abgelesen wird, denn in Abb. 4a ergibt die Summe aus dem Bilde von O_2 III aus O_1 und dem Bilde von O_1 IV aus O_2 die Strecke O_0 V. Bei Auftragung der Teilung für Φ_2 in dem Φ_1 entgegengesetzten Sinne erscheint der reziproke Wert $\frac{1}{\Phi_2}$ berücksichtigt, so daß in diesem Falle auch das Verhältnis $\Phi_1 : \Phi_2$ auf der inneren und das Produkt $\Phi_1 \Phi_2$ auf der äußeren Zapfenlinie jedesmal im Richtungssinne von Φ_1 abgelesen wird [27]). Die Lage der Zapfenlinie und deren Maßeinheit ergeben sich auch zeichnerisch. Eine Maßeinheit l_1 auf T_1 und eine Einheit l_2 auf T_2, etwa O_1I und O_2II, bilden ein vollständiges Viereck, dessen Diagonalpunkt O_1II $\times$ O_2I = Z in Abb. 4a bzw. $O_1 O_2 \times$ III $= O_0$ in Abb. 4b die Zapfenlinie bestimmt, auf welcher die Einheit l_0 durch Projektion von l_1 oder l_2 erscheint.

(W. 481.) (Fortsetzung folgt.)

[26]) Die Abschnitte auf den Bezugsachsen T_1 T_2 zwischen der Ursprungsgeraden und dem Ablesestrahl heißen auch die Plückerschen Koordinaten der Ablesegeraden.

[27]) In der Abb. durch Φ_1 und Φ_2' hervorgehoben. Die Pfeile geben den Richtungssinn der Teilungen, die Pfeilspitzen die Ablesepunkte an, während die Maßeinheiten durch besondere Strichstärke gekennzeichnet sind.

(Schluß folgt.)

Rundschau

Energiewirtschaft.

Ausbreitung der Wasserkraftnutzung.

Die steigende Heranziehung der Wasserkräfte zur Energieversorgung sowohl auf elektrischem Wege wie auch zur unmittelbaren Verwendung geht aus einer Mitteilung hervor, welche Oberbergrat Haidegger, Budapest, in einer Erörterung über die Verhältnisse Oesterreichs und Ungarns[1]) macht. Er schreibt dort, „... daß der Schwerpunkt der Erzeugung elektrischer Energie in den letzten Jahren schon ganz auf die Wasserkräfte überging, da z. B. von den auf der Erde jährlich erzeugten 415 Mio kWh Energiemengen nur 110 Mio kWh aus Kohle und Torf, 300 Mio kWh aus Rohöl, hingegen aber schon 275 Mio kWh aus Wasserkräften gewonnen werden." — Das würde einer prozentualen Verteilung der Arbeit von 26,5% aus Kohle und Torf, 7,23% aus Rohöl und 66,27% aus Wasserkraft entsprechen.

Wenn man auch im Hinblick auf den verhältnismäßig geringen Anteil der Wasserkraftarbeit von 16,7% in Deutschland sich daran erinnert, daß im Gegensatz dazu in den Vereinigten Staaten von Amerika die Wasserkraftarbeit 42% beträgt, in der Schweiz z. B. über 99% und in Italien rund 95% der Gesamtarbeit auf Wasserkraft entfallen, erscheint der angegebene Welt-Prozentsatz für die Wasserkraftarbeit begründet.

(W. 884.)

Zur Stickstoffversorgung.

Die Steinkohlengewerkschaft Mont Cenis hat mit dem Bau eines Kraftwerkes großer Leistung begonnen, welches hauptsächlich zur Versorgung einer Stickstoffabrik bestimmt ist. Diese soll nach eigenem Verfahren der Gewerkschaft die Gewinnung von Stickstoff aus Koksofengas nach einem Kontaktverfahren betreiben, wobei wesentlich geringere Drücke und Temperaturen als bei dem bisher bekannten Kontaktverfahren nach Haber-Bosch verwendet werden. Dadurch wird die Fabrikationseinrichtung erheblich verbilligt. Es handelt sich dabei um das gleiche Verfahren, das für den Ausbau der unteren Isar[1]) vorgesehen ist. — Seit etwa einem Jahr ist

[1]) „Die Wasserwirtschaft" Wien 1926, Heft 13, Seite 383.

[1]) Diese Zeitschrift 1925, Heft 23, S. 383.

Digitized by Google

auf der erwähnten Zeche bereits eine Versuchsanlage in vollständig zufriedenstellendem Betrieb. Der preußische Staat, als an den Gruben Mitbeteiligter, hat die Pläne wesentlich gefördert. Es ist vom energiewirtschaftlichen Standpunkt aus bedauerlich, daß die Erzeugung von Stickstoff als volkswirtschaftlich außerordentlich wichtigem Produkt, insbesondere für die Ernährung, sich dort wieder der Kohle bedienen will, während der Reichtum an Wasserkräften für diesen Zweck ungenutzt bleiben soll. In neuerer Zeit hat auch Dr.-Ing. Waeser[2]) eindringlich auf die Notwendigkeit hingewiesen, für die Zwecke der elektrochemischen Großindustrie die Wasserkräfte in weitestem Umfang aus rein wirtschaftlichen Erwägungen heranzuziehen. Bei Verwendung von elektrolytisch hergestelltem Wasserstoff an Stelle des Koksofengases und bei Benützung des Stickstoffes nach dem Linde-Verfahren aus Luft läßt sich bekanntlich die Stickstofferzeugung restlos auf Wasserkraft einstellen, wie schon Dr. Johannes Heß[3]) ausgeführt hat. Es erscheint als ein Gebot der Volkswirtschaft und Energiewirtschaft (welche letztere doch nur ein Bestandteil der Volkswirtschaft ist), daß die Heranziehung der Wasserkräfte für solche größte Arbeitsmengen verbrauchende notwendigen Produkte an Stelle der für andere Aufgaben bestimmten Kohle (Oelgewinnung, Kohleverflüssigung) in größtem Umfang gefördert wird. Privatwirtschaftliche Gesichtspunkte müßten hier, soweit sie auf manchen Seiten vorliegen, eingedämmt werden; dies wäre eine der vornehmsten Aufgaben einer einheitlichen Energiewirtschaft und deren staatlicher Ueberwachung. — Einen Beweis dafür, daß die Wasserkraftarbeit wirtschaftlicher ist als die Kohlenarbeit, gibt der Baseler Weltkraftkonferenzbericht bezüglich der Kosten für die Arbeit aus Wasserkraftwerken und aus Bahnkraftwerken, den wir in dieser Zeitschrift Seite 275 erwähnen. (W. 887.)

Kurze Nachrichten.

Walchenseewerk. Die von der Bauzeit des Werkes her noch vorhandene Seilbahn (vgl. diese Zeitschrift 1924, H. 10, „Die Bauausführung des Walchenseewerkes" von Oberregierungsrat Bürner) ist nunmehr nach den für den Personenverkehr gültigen behördlichen Vorschriften umgebaut und mit den nötigen Sicherungsvorrichtungen versehen worden. Die einen Höhenunterschied zwischen Kraftwerksplanum und Wasserschloß von etwa 180 m überwindende Seilbahn mit einer größten Steigung von mehr als 40°, die steilste derartige Bahn, dient nunmehr zur Förderung der Besucher des Kraftwerkes auf das ebenso technisch wie durch seine prächtige Aussicht bemerkenswerte Wasserschloßbauwerk. Die Bahn nebst Antriebsstation im Wasserschloß ist von der Firma Fühles und Schultze, München, gebaut. — **Jugoslavien.** Der Ausbau der Wasserkraftanlage Omis mit einer Leistung von 100 000 PS im vollen Ausbau zur Versorgung von Spalato wurde begonnen. Die Regierung S. H. S. erwägt auch die Elektrisierung vor allem der Schmalspurbahnen in Serbien und Bosnien. — **Spanien.** Zur Stromversorgung der zu elektrisierenden Bahnstrecken Madrid—Avilla und Madrid—Segovia sowie zur Energieversorgung von Madrid sollen 2 Wasserkraftstufen des Alberche mit zusammen 50 000 PS ausgebaut werden. Eine Gesellschaft mit dem Sitz in Madrid hat bereits die Konzession erhalten. (W. 886.)

[2]) „Wasserkraft-Jahrbuch 1925", S. 68 u. 69. — Vgl. auch das von Dr. Debar a. a. O., S. 106, über die Abstützung der Aluminium-Industrie auf Wasserkraft Ausgeführte.

[3]) Vortrag auf der 23. Jahresversammlugn des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu München: Elektrische Energie für chemische Zwecke. Dr. Heß sagt dort bereits: „Für eine Jahreserzeugung von 100 000 t Stickstoff . . . wären somit nach diesem Wasserkraftverfahren der Ammoniak-Synthese: 2 Mia kWh bei 240 000 kW Mittelleistung und keine Kohle" nötig. — Nach dem Kohleverfahren dürften für die gleiche Menge Stickstoff etwa 1.3 Millionen Tonnen Kohle nötig sein. Vgl. „Wasserkraft-Jahrbuch" 1925/26, S. 381 und Tafel VII- die Verfahren zur Stickstoffherstellung.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Abwasserreinigung.

Der gegenwärtige Stand der Abwässerreinigungsfrage. Vortrag von Reg.- u. Baurat Troll, Danzig. „Techn. Gemeindeblatt" 1925, Nr. 18 u. 19, S. 211 bis 215 und 223 bis 225. (Zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Methoden und Fragen der deutschen Abwasserreinigung.

Wasserbau.

Wettbewerb für die Wehranlage der Staustufe Heidelberg des zu kanalisierenden Neckars. Von Dr. Schmieder. — Deutsche Bauzeitung, 1926, H. 48, S. 89—96, mit 21 Abb. — (Darstellung der Entwürfe für ein 130 m langes bewegliches Wehr mit Doppelschleuse und kleinem Turbinenhaus: Schützenwehre, Walzenwehr, Sektorwehr, Klappenwehr; neuartige Wehrverschlüsse nach Art der Sektor- und Klappenwehre als Vorschläge.)

Zur Frage der Hochwasserentlastung an Staudämmen. Von Prof. Mattern. — Zentralblatt der Bauverwaltung, 1926, H. 16, S. 194—198 und H. 17, S. 209 bis 212, mit 9 Abb. — (Ermittelung des Abflusses, Hochwasserabfluß im Flachland; die baulichen Einrichtungen: Staudämme im Harz, Königsberg u. a., Masuren, Brandenburg; Schützen und Ueberläufe; Kraftwerke als Entlastungsanlagen; selbsttätige Stauklappen; Betriebsmaßnahmen [rechtzeitiges Absenken], möglichst freie Ueberläufe.)

Zur Frage der Eisabführung an Wehren und über verwandte Fragen im Eisenwehrbau. Von Prof. Dr.-Ing. Hugo Kulka, Hannover. „Die Bautechnik" 1926, Heft 21, S. 304—307, mit 15 Abb. (Besprechung von verschiedenen Fragen auf dem gesamten Gebiet des Wehrbaues unter Angaben von Erfahrungen an einer größeren Reihe ausgeführter Wehrbauten im Anschluß an einen Aufsatz von Oberbaurat Geiße in „Bautechn." 1926, Heft 15.)

Mitteilungen über einen Vergleich zwischen Modellversuch und Beobachtung in der Natur. Von Gruner. Schweiz. Bauzeitung, 1926, Bd. 88, H. 5, S. 87—88, mit 3 Abbildungen. — (Die Kolkbeobachtungen am Wehr von Chancy-Pougny haben beste Uebereinstimmung hinsichtlich Wirkung der Schwellenüberhöhung ergeben.)

Bauausführung der Gothaer Trinkwasserzuleitung aus Holz. Von Dr. Schubert. Zentralbl. d. Bauverwaltung, 1926, H. 30, S. 360—362, mit 2 Abbildungen. — (Vergleichsrechnung zwischen Holz und Eisen. Einzelheiten: Dauben und Jahresringe, Hirnholzstöße, Spannringe, deren Aufbringung und Rostschutz, Bodenbeschaffenheit. Leitung 400 mm Durchmesser, 9300 m Länge.)

Calcolo statico della diga di Vöhrenbach. (Statische Berechnung der Vöhrenbach-Talsperre.) Von Dr.-Ing. Maier. L'Energia Elettrica, 1926, H. 7, S. 557—567, mit 14 Abb. — (Ausführliche Darstellung der Berechnung der Vielfachbogenmauer.)

Digitized by Google

Wassermessung.

Om Hoff's hydrometriska Flygel. (Ueber Hoff's hydrometrischen Flügel.) Von Lindquist. — Teknisk Tidskrift, 1926, Väg — och Vattenbyggnadskonst, H. 4, S. 45—47, mit 7 Abb. — (Beschreibung und Kritik eines neuen amerikanischen Schraubenflügels, Versuche in der Kreisrinne [Karussell] in Berkeley, Kal., in einer geraden Rinne in Fort Collins, Col., und in der techn. Hochsch. Stockholm ergaben praktische Uebereinstimmung zwischen Berkeley und Stockholm. Die Karussell-Einrichtung in Berkeley.) —

Jaugeages au moulinet dans les conduites forcées (Flügelmessungen in Rohrleitungen.) Von Ing. Dufour. — Bull. techn. de la Suisse vom., 1926, H. 9, S. 102 bis 108, mit 6 Abb. — (Anwendungsgebiet und Beschreibung der Ausrüstung mit Einrichtung zum Einschleusen des Flügels unter Betrieb [vgl. diese Z. 1924, S. 295]; Meßergebnisse und deren Vergleiche.) —

La méthode Gibson pour la mesure du debit d'une conduite forcée. (Die Gibson-Methode zur Wassermessung in einer Rohrleitung.) Von Ing. Salgat. — Bulletin techn. de la Suisse Rom., 1926, H. 18, S. 213—217; H. 19, S. 230—233; H. 20, S. 237—241; H. 21, S. 251—256, H. 22, S. 265 m. 20 Abb. — (Allgemeines; Beschreibung der Methode; Anwendung der Theorie von Allievi; Methode der größten Drucksteigerung; Apparateneinrichtung und graphische Auswertung; Gefällsgrenzen bisher 3—130 m; Korrekturen; Ausführung der Versuche an Turbinenanlagen; frühere Versuche, die Niagara 3B-Messungen: Einrichtung, Diagramm, Auswertung. Folgerungen: gute Anwendbarkeit der Methode.)

Wasserstraßen.

Erfahrungen über die Unterhaltung und den Betrieb des Rhein-Herne-Kanals. Von Reg.-Baurat Ostendorf. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1926, H. 6, S. 91—100; H. 7, S. 136—144; H. 8, S. 177—183; mit 27 Abb. — (Die bautechnischen Erfahrungen: Böschung mit Steinpackung, Bodensenkungen durch Bergbau, Schleusen und Schiebetore, Schleusenbetrieb, Bergbau unter Schleusen, Aufhöhungsarbeiten infolge solcher Senkungen; Beschädigungen durch den Schiffsverkehr; Lade-Anlagen; Verkehrsleistung, Erfahrungen im Schleusungsbetrieb und Schleusungszeit.) —

Die Wasserstraßenprojekte der Schweiz. Von Syndikus Braun. — Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1926, H. 6, S. 227—230, mit einer Karte. — (Uebersicht über die schweizerischen Wasserstraßenpläne Rhein—Aare—Genfersee und Bodensee—Luganer- und Comer-See [—Po]). —

Die Wasserstraßen der Tschechoslowakei. Von Ing. Prof. Rosenkranz. — Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1926, H. 6, S. 230—232, mit einer Karte. — (Die Pläne der Verbindungen zwischen Donau und Elbe, Donau und Oder sowie Elbe und Oder.) —

Der Einfluß der Niederwasserregulierung der Rheinstrecke Basel—Straßburg auf die Schleppleistung. Von Dr.-Ing. Strickler. — Die Rheinquellen, 1926, H. 6, S. 127—132, mit 8 Abb. — (Vergleichende Zusammenstellung von Schleppversuchen, Formel für den Schiffswiderstand [vgl. die in dieser Zeitschr. 1924, S. 445 besprochene Schrift des Verf.], Einfluß der Beladung; Anwendung auf den Rhein oberhalb Straßburg, Einfluß der Rheinregulierung auf Beladung und Schleppkraft; Verbesserung der Schleppleistung durch die Regulierung um 42%.) —

Die Wasserstraßen in Holland. Von Dr. Wentholt. — Die Rheinquellen, 1926, H. 6, S. 132—136, mit einer Karte. — (Uebersicht über die dem Binnen- und Seeverkehr dienenden Wasserstraßen und Flüsse und schwebende Projekte.) —

Das derzeitige Kanalprogramm des Reiches. Von Fr. Agricola. „Verkehrstechnik", 1926, Heft 33, S. 527 bis 528. — (Kritische Besprechung des vom Reiche aufgestellten Programmes insbesondere über den Bau des Mittellandkanals, den Ausbau des Mains und Neckars.) —

Der Stand des Ausbaues der deutschen Binnenwasserstraßen. Von Ministerialdirektor Gährs, Berlin. Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1926, H. 9, S. 353—356. — (Ueberblick über die neueste Entwicklung der deutschen Binnenwasserstraßen. Die Zukunft bietet erfreuliche Aussichten für die Verbesserung des Wasserstraßennetzes.) —

Wirtschaftliche Betrachtungen über die Rheinschiffahrt. Von Dr. Strickler. — Bull. d. Schweiz. elektrot. Vereins, 1926, H. 9, S. 397—407, mit 10 Abbildungen, desgleichen „Die Wasserwirtschaft", 1926, H. 21, S. 628—632. — (Die Kahn- und Schleppkosten insbesondere auf dem Oberrhein, abhängig von Stromgefälle, Wasserstand, Beladung; Wirkungsgrade der Schleppmittel und Schleppkraft, Frachtsätze von Bahn und Schiff.) —

Die Treidelschwebebahn. Ein neuer Weg zur Lösung des Problems des mechanischen Schiffszuges von fester Bahn. Von Reg.-Bmstr. Müller. — Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1926, H. 7, S. 265—267, H. 8, S. 306—310, H. 9, S. 357—363, mit 15 Abb. — (Vergleich zwischen Kraftaufwand bei Schiffszug und Zug von fester Bahn aus; Grundgedanken des Hängebahn-Problems; Beschreibung: Fahrbahn, Zugkatzen, deren Steuerung vom Schiff aus; Betriebsführung; Bremsen der Kähne. Versuche an einer 300 m langen Strecke in Naturgröße; Zugwirkungsgrad 75—79%, bezogen auf die elektrische Arbeit. Eingehende Betriebskostenberechnungen und Vergleiche zwischen Treidelschwebebahn und Dampfschlepperei, wirtschaftliche Ueberlegenheit der Treidelschwebebahn schon bei geringen Verkehrsleistungen. Vorzüge im Betrieb.) —

Buchbesprechungen

Tage der Technik. Techn.-historischer Abreißkalender 1927. Von Dr.-Ing. h. c. F. M. Feldhaus. 365 Abbildungen. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin. — Preis M. 5.—.

Wir können uns auf die Besprechung des vorigen Jahrganges in dieser Zeitschrift 1925, S. 373, beziehen: nach wissenswertem Inhalt an Abbildungen und Daten sowie nach Ausführung reiht sich der Jahrgang 1927 den Vorhergehenden gleichwertig an und trägt dazu bei, dem Fachmann die Entwicklung der Technik und dem Laien das Interesse an der Technik näherzubringen.

Die Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung in der Schweiz, herausgegeben unter Mitwirkung der Internationalen Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung Basel, des Schweizerischen Baumeisterverbandes (Vereinigung Schweizerischer Tiefbauunternehmer) sowie namhafter Fachleute aller Sondergebiete. Zürich 1926, Redaktion Dipl.-Ing. Gurewitsch. Verlag Max Fenner, Zürich. 140 Seiten Text mit 154 Abbildungen. Preis RM. 10.—.

Digitized by Google

Das vorliegende Werk soll dem in Heft 18, Seite 226 besprochenen Werk des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes nichts vorwegnehmen und wird anderseits auch durch dasselbe nicht vorweggenommen. In knapper Darstellung, unter Hervorhebung des Wesentlichsten schildern namhafte schweizerische Fachleute die zwei Hauptgruppen, Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt. Direktor Mutzner des eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft leitet die erste Gruppe mit Ausführungen über „Die Grundlagen und die Entwicklung der schweizerischen Wasserkraftnutzung" zur übersichtlichen Orientierung ein, daran schließen sich wertvolle Einzelaufsätze über Einzelheiten, deren Aufzählung und Würdigung im einzelnen hier zu weit führen würde. Hervorgehoben seien nur die Darlegungen über die Entwicklung des schweizerischen Talsperrenbaues (Stucky), über „Neuere Gesichtspunkte im Bau von Niederdruckwasserkraftwerken" (Gruner), über „Die Elektrisierung der Bundesbahnen", (Eggenberger); im Auftrag des Schweizerischen Baumeisterverbandes behandelt Wiesmann in Monographien die Kraftwerke Barberine-Vernayaz, Wäggital, Amsteg (Bauliches), Landquart und das Albulawehr. Den Absatz über Binnenschiffahrt eröffnet Bertschinger über die Schiffbarmachung und Kraftverwertung des Rheins von Straßburg bis Basel; besondere Einzelaufsätze befassen sich vorwiegend mit der Bodenseeregulierung, der Kraftausnutzung am Rhein und den Baseler Hafenanlagen. In einem kurzen dritten Teil beschreibt Guggenbühl die Wasserversorgungsanlagen schweizerischer Ortschaften. Weitere 40 Seiten Anhang sind der Industrie gewidmet, auch in diesem Teile finden sich in Wort und Bild noch interessante Einzelheiten und Entwürfe (z. B. Sufers-Andeer) über den Inseratenrahmen hinaus. (W. 825.)

Ing. C. Reindl.

Divergente und konvergente Strömungen mit kleinen Oeffnungswinkeln von Fritz Dönch, Heft 282 der „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, VDI.-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, 1926. Gr. 8°, IV/58 S. mit 28 Abb. und 20 Zahlentafeln, broschiert 7,50 M.

Diese Arbeit ist als Beitrag zu einem wissenschaftlichen Programm, dessen Ziele ich oben auseinandergesetzt habe, ebenso hoch zu stellen als die Arbeit von Nikuradse. Infolge der Bedeutung der behandelten Sonderfrage des Verhaltens beschleunigter bzw. verzögerter Flüssigkeitsbewegungen für die Technik ist der Dönch'schen Arbeit vielleicht mehr Tragweite beizumessen. Besondere Wichtigkeit erhält seine Arbeit durch den Hinweis auf den Einfluß der „Anlaufstrecke". Dieser wurde bei den Vorversuchen festgestellt und durch einen Gleichrichter nach bester Möglichkeit ausgeschaltet. Das Resultat, daß bei einem Oeffnungswinkel von nur 4° bereits Ablösungstendenz herrscht, ist sicherlich darauf zurückzuführen. Zieht man ältere Literatur zum Vergleiche heran, beispielsweise die Versuche Gibsons 1910, so sieht man, daß dieser Winkel teilweise recht hoch angegeben wird, von Gibson beispielsweise zu 17½°, was mit den von Dönch selbst zitierten Ergebnissen von Kröner und Hochschild ungefähr übereinstimmt. Aus der Tatsache, daß Kröner mit sehr kurzen Kanälen Versuche machte und so zu relativ großen Beträgen für diesen Winkel gelangte, wird die Bedeutung der „Anlaufstrecke" unmittelbar klar. Prof. Dr. Zerkowitz-München erwähnte vor kurzem, daß die Berechnung der Reibungsverluste in Turbinenkanälen nach der Biel'schen Formel, wie sie Camerer einführte, unzulässig sei, weil die Vorgänge in den Turbinenkanälen mit den Vorgängen in der Anlaufstrecke eher vergleichbar seien als mit denen im Beharrungszustand, für welche die Biel'sche Formel allein gelte. Als Gegenstück zu der empfehlenswerten Arbeit dürfen wir uns also die Untersuchung der Vorgänge in der Anlaufstrecke wünschen. Die Besprechung wäre unvollständig, wenn nicht erwähnt würde, daß sowohl die Arbeit von Dönch, als auch die oben besprochene von Nikuradse, auf Anregungen von Prof. Prandtl, Göttingen hin entstanden sind. (W. 761.)

München, den 10. Mai 1926. Schilhansl.

Vereine — Versammlungen.

Programm-Aenderung.

Der auf S. 250 dieser Zeitschrift für den 6. Dezember angekündigte Vortrag des Herrn Professor Dr. A. Loschge über

Amerikanische Großkraftwerke

findet am 13. Dezember, abends 8 Uhr, in der Technischen Hochschule, Eingang Luisenstr., Hörsaal 186, statt.

Am 6. Dezember, abends 8 Uhr, spricht dagegen an gleicher Stelle Herr Walter Ostwald vom Benzolverband, Bochum, über

Neuzeitliche Kraftstoffkunde.

Der Bund der Freunde der Technischen Hochschule München hält seine 5. Tagung am 10. und 11. Dezember ab. Es finden u. a. folgende Vorträge statt: Am 10. Dezember gelegentlich der Jahresfeier der Technischen Hochschule, im großen physikalischen Hörsaal (Neubau Südflügel), vorm. halb 11 Uhr: Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Zenneck: Experimentelle Hilfsmittel im physikalischen Unterricht; im Hörsaal 532 (Gabelsbergerstraße) abends halb 6 Uhr: Geh. Baurat Dr.-Ing. e. h. Lippart: Persönlichkeit und technisches Schaffen. — Am 11. Dezember im Hörsaal 532 (Gabelsbergerstraße) vorm. halb 10 Uhr: Prof Dr. Faber: Mathematik und Bildung. Generaldirektor Dr. Bergius, Heidelberg: Die Umwandlung der Kohle in Oel vermittelst Hydrierung.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 28. 12. 1926.

47b, 4. S. 74 677, Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Verfahren zur gleichmäßigen Verteilung des Druckes auf sich selbsttätig einstellende Tragstücke von Drucklagern. 28. 5. 26.

59b, 2. G. 65 178. Gießerei & Maschinenfabrik Oggersheim Paul Schütze & Co. A. G., Oggersheim, Pfalz. Vorrichtung zum Zurückführen der Spaltflüssigkeit in die Saugleitung einer Kreisel- oder dgl. Pumpe. 26. 8. 25.

59b, 2. W. 72 048. Georg Weyland, Frankenthal, Pfalz. Stopfbüchsenabdichtung bei heißes Wasser fördernden Kreiselpumpen. 23. 3. 26.

Letzter Tag des Einspruches: 4. 1. 1927.

84a, 3. E. 31 881. Firma Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen. Einrichtung zum Auftauen des an der Hohlwelle von Wehrverschlüssen entstandenen Eises. 15. 1. 25.

84a, 3. M. 84 536. Dipl.-Ing. Gustav Markowitz, Wiesbaden, Herderstr. 17. Selbsttätiges versenkbares Schwimmschütz. 9. 4. 24.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft und Wasserkrafttechnik.

Nummer 24 **München, 15. Dezember 1926** **21. Jahrgang**

Professor Dr. Viktor Kaplan

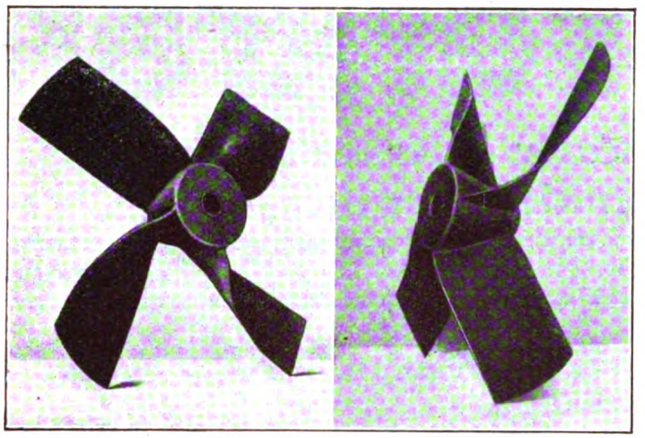
zum 50. Geburtstag.

Am 27. November 1876 wurde Viktor Kaplan in Mürzzuschlag (Steiermark) als Sohn eines Bahnbeamten geboren; schon als Knabe fand er seine Freude an technischen Spielereien und insbesondere an selbstgefertigten Wasserrädchen. Nach Besuch der Wiener Kommunal-Realschule wandte er sich dem Studium der Technik zu und konnte ein Schüler Radingers sein. Als junger Ingenieur der Firma Ganz & Co. in Leobersdorf ging er von den Verbrennungskraftmaschinen, deren Entwicklung zum Ende des vorigen Jahrhunderts sprunghaft aufwärts eilte, bald zum Wasserturbinenbau über; hier war es die Bestrebung nach möglichst hoher Drehzahl, um jene Zeit das vielbegehrte Ziel der Konstrukteure, welche Kaplan von Anfang an als Richtlinie diente. Seine Versuche an Modellrädchen aus Papier und Kork konnte er, nachdem er um 1900 als Konstruktionsingenieur an die deutsche technische Hochschule nach Brünn bestellt worden war, dank der Förderung durch Professor Musil bald in einem zunächst mehr provisorischen hydraulischen Laboratorium fortsetzen, wozu die Industrie die notwendigsten technischen Einrichtungen beisteuerte. Kleinste Modellrädchen in gläsernen Saugrohren gaben Aufschluß über die Strömungsvorgänge, ließen die ersten Versuche mit Papierrädchen im aufsteigenden warmen Luftstrom nachprüfen, erweitern und theoretische Erkenntnisse heranreifen und bestätigen. Eine Veröffentlichungsreihe aus den Jahren 1905—1912 in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen und in der Z. d. V. d. I. hatte besonders die Vertiefung der Kenntnisse über die Flüssigkeitsreibung in den Laufradzellen und Saugrohren sowie den Einfluß der Schaufelzahl zum Gegenstand und schon in seinem 1908 erschienenen Buch „Bau rationeller Francisturbinen-Laufräder und deren Schaufelformen für Schnell-, Normal- und Langsamläufer" machte sich ein bewußtes Abgehen von den Anschauungen und Formen der alten Schule der Hydraulik bemerkbar, das in Manchem ein Staunen oder Kopfschütteln auslöste. Kaplan ging eigene Wege.

Viktor Kaplan

Seine Studien über die zweidimensionale Turbinentheorie (Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen 1912, H. 34—36) leiteten über zu neuen ungewohnten Formen, die Ende 1912 zu den ersten Patentanmeldungen grundlegenden Inhaltes führten. Was in stiller Arbeit, trotz vieler Rückschläge mit zäher Ausdauer, geschafft wurde, schildert Kaplan selbst anschaulich in seinem Rückblick „Wie die Kaplanturbine entstand" im Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26; er konnte im Jahre 1913 den Vertretern einzelner Turbinenfirmen bereits in seinem Laboratorium Bremsungen von Modellrädchen mit — damals unfaßbar hohen — spezifischen Drehzahlen bis zu 800 und mehr zeigen und je nach deren Einstellung Interesse, Mißtrauen oder Nachahmungstrieb erregen. Der Krieg mit seinen Behinderungen, die rastlose Verbesserungsarbeit, der Kampf um die Patente und deren Ausbau füllten die folgenden Jahre. — Die Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenverein brachte dann im August 1917 erstmals in der Wiedergabe von Kaplans Vortrag „Entwicklung und Versuchsergebnisse einer Wasserturbine" eine wenn auch begreiflicherweise nicht über Einzelheiten unterrichtende Kunde, ergänzt durch seine Mitteilungen über „Eine neue Wasserturbine und deren Beziehungen zur Elektrotechnik" im Heft 33 der „Elektrotechnik und Maschinenbau" desselben Jahres. Während sich zu jener Zeit schon zwei Firmen, die Stahlhütte und Maschinenfabrik Ig. Storek in Brünn unter ihrem inzwischen verstorbenen Leiter Heinrich Storek und Karlstads Mekaniska Verkstad in Kristinehamn, um die Weiterbildung der völlig neuartigen Ideen zur Reife für den Betrieb bemühten, ging der Streit der Meinungen über die Bewährung und über die Ausführbarkeit hin und her. So konnte sich der Verfasser am 24. Oktober 1917 im Gespräch zu seinem früheren Lehrer und Chef Prof. Dr. Camerer über die neue Turbine äußern: „sie ist entweder ein Gedanke von nicht zu übersehender Tragweite — oder ein großer Bluff; ich glaube das Erstere." Und die Entwicklung hat dieser Meinung und

Digitized by Google



Kaplanturbinen-Laufräder 1914 Durchm. 183 mm.

der Beistimmung Camerers recht gegeben, obgleich sich in den nächstfolgenden Jahren noch viele Stimmen gegen die neue Turbine und ihre damals wenigen Anhänger erhoben.

Im Jahre 1919 konnte die erste Kaplanturbine horizontaler Bauart der Firma Storek dem Betrieb übergeben werden. Die Protokolle über die Bremsungen sind wohl Dokumente zur Geschichte der Technik:

Protokoll

über die in der Zeit vom 14. bis 18. Juni 1919 an einer Kaplan-Turbine mit $n_s = 800$ vorgenommene Bremsung in der Börtel- und Strickgarnfabrik M. Hofbauers Wwe. in Velm, Post Gramatneusiedl, Nied.-Oest.

Anwesend waren die Herren: Ing. Adolf Wertner und Dr. Karl Reisinger als Vertreter resp. juridischer Berater der Bestellerin, Ing. Anton Straßer als unparteiischer Sachverständiger und Bremsleiter, Ing. Robert Steiner von der Firma Ignaz Storek und Prof. Dr. Viktor Kaplan als Inhaber der Kaplanturbinen-Patente.

Die Turbine, welche von der Stahlgießerei und Maschinenfabrik Ignaz Storek in Brünn nach den Plänen und Patenten des Prof. Dr.-Ing. Kaplan in Brünn ausgeführt wurde, besitzt eine horizontale Welle und ist in einem offenen Schacht eingebaut.

Garantiebedingungen: Die Turbine soll bei einem Gefälle von H = 3 m und einer Wassermenge von Q = 1100 l/sec 35,3 PS leisten. Bei abnehmender Beaufschlagung bis herab zur halben Wassermenge darf der Wirkungsgrad nicht unter 78% sinken. Als Meßtoleranz wurden 3% vereinbart.

Versuchsanordnung: Die Wassermessung erfolgte mittelst eines im Unterwassergraben eingebauten Ueberfalles mit Seitenkontraktion. . . . . Die Wassermessungen wurden zeitweilig durch einen in das Betongerinne des Oberwassergrabens eingebauten Schirm kontrolliert. . . . . .

Ergebnis: Die Versuche zeigen, daß die Turbine bei voller Beaufschlagung eine Leistung von 25,8 PS bei H = 2,33 m, Q = 1000 l/sec und n = 420 ergibt, d. h. bei H = 3 m, n = 480 eine Leistung von 38,2 PS. Der Wirkungsgrad berechnet sich für diesen Fall zu 84%, daher den Garantiebedingungen Genüge geleistet ist.

Bei halber Beaufschlagung leistet die Turbine 14,8 PS bei einem Gefälle von H = 2,53 m, einer Drehzahl n = 420 und einer Wassermenge von 515 l/sec, daher bei H = 3 m, n = 460 eine Leistung von 19 PS entsprechend einem Wirkungsgrad von 85%. Rechnet man den Wirkungsgrad auf die für normale Beaufschlagung gewählte Drehzahl von 480 um, so ergibt sich noch immer ein Wirkungsgrad von 83%. Sonach ist auch bei halber Beaufschlagung die Garantie nicht nur erfüllt, sondern reichlich überschritten.

Velm am 18. Juni 1919.

Vertreter der Bestellerin:
Ing. Adolf Wertner m. p.
Dr. Karl Reisinger m. p.
Unparteiischer Sachverständiger u. Bremsleiter
Ing. Anton Straßer m. p.

Vertreter d. Firma Storek:
Ing. Robert Steiner m. p.
Inhaber d. Kaplanturbinenpatente Prof. Dr. Kaplan m. p.

Protokoll

über die am 22. Juni 1919 von den Unterzeichneten an einer Kaplan-Turbine in der Börtel- und Strickgarnfabrik M. Hofbauers Wwe. in Velm, Post Gramatneusiedl, Nied.-Oest. durchgeführten Bremsungen . . . . .

Die Turbine wurde vorher vom 14. bis 18. Juni laut beiliegendem Protokoll und Beilage A[1]) gebremst und sollte auf Wunsch des Patentinhabers von den unterzeichneten Herren Prof. des Wasserkraftmaschinenbaues an der technischen Hochschule in Wien Ing. A. Budau und Ziviling. Berth. Blümel, gerichtlich beeideter Sachverständiger für Wasserkraftmaschinen, eine Ueberprüfung dieser Bremsergebnisse vorgenommen werden.

Leiter der Versuche war Herr Prof. Ing. A. Budau, während Herrn Ziviling. Blümel die Ueberprüfung der einzelnen Teilmessungen oblag. . . . . .

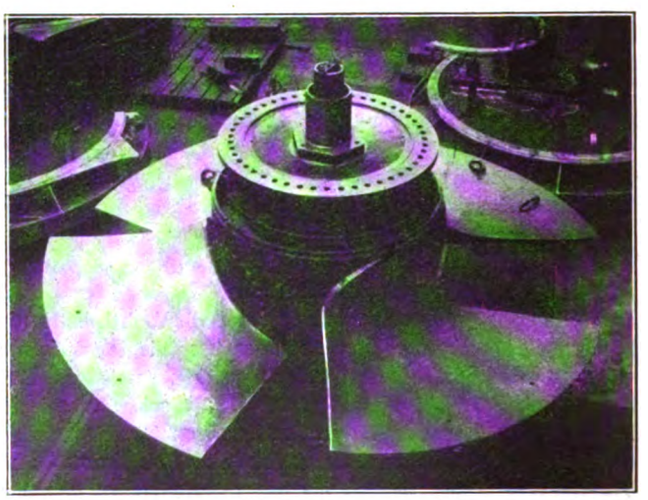
Die aus Beilage B ersichtlichen Bremsergebnisse zeigen bei halber Beaufschlagung eine gute Uebereinstimmung mit den in der Zeit vom 14. bis 18. Juni durchgeführten Bremsversuchen (Beilage A). Die Stichproben bei voller Beaufschlagung ergaben kleine Abweichungen von den Resultaten der Beilage A, die aber innerhalb der Fehlergrenzen solcher Bremsversuche fallen, so daß die Unterzeichneten die in der Zeit vom 14. bis 18. Juni durchgeführten und in der Beilage A niedergelegten Bremsergebnisse als richtig anerkennen.

Wien, den 23. Juni 1919.

Ing. A. Budau m. p. Ing. Berth. Blümel m. p.

Einen Wendepunkt brachte die Bremsung der Versuchsturbine vor den Vertretern des Kaplanturbinenkonzerns in Brünn in den Tagen vom 31. Juli bis 3. August 1921 mit einem Wirkungsgrad von 85% bei n_s = 700 bis 800 und 77% bei n_s = 1200.

Damit waren der neuen Turbine die Wege weiter geebnet, die Konzernfirmen mit Voith und Escher, Wyss & Cie. an der Spitze betrieben eifrigst die weitere Ausgestaltung bei den



Kaplanturbinen-Laufrad 1925, Durchm. 5,80 m (Lilla Edet).

[1]) Dies bezieht sich auf das vorher abgedruckte Protokoll und die Auswertungstabellen. — Diese letzteren sind auch hier fortgelassen.

Digitized by Google

mancherlei sich ihnen wie dem Erfinder noch entgegenstellenden Schwierigkeiten, wie den Cavitationserscheinungen, deren physikalische Grundlagen erst noch zu erforschen und theoretisch zu erfassen waren. Ein weiter Weg war noch für alle Beteiligten zurückzulegen.

Von rastloser zehnjähriger Verfolgung der vorbildlosen Ideen, von Kämpfen um diese Ideen, von unvermeidbaren Rückschlägen und den Schwierigkeiten der Probleme, von physischen und materiellen Anstrengungen zermürbt mußte Kaplan Jahre der Entwicklung seiner Turbine, durch schwere Krankheit gehemmt, vorübergehen lassen. Neben den treuen persönlichen und geschäftlichen Freunden, worunter Professor Dr. Alfred Lechner der technischen Hochschule Wien, Storek, Direktor Molinder und Chefkonstrukteur Englesson der Verkstaden, die Brüder Straßer, deren einer, Franz Straßer, bei der ersten Bremsung in Velm die Bremse bediente, weiter Kaplans Patentanwalt Ing. Neutra als späterer Vertreter vor dem österreichischen Patentamt, in jener schweren Zeit muß seiner Gattin gedacht werden, einer echt deutschen Frau, die ihm Stütze in seiner erschwerten Arbeit bot.

In Schweden erwachte gleichzeitig das allgemeinere Interesse an der Kaplanturbine auf einen Vortrag von Prof. H. O. Dahl hin; das Elektrizitätswerk der Stadt Gävle bestellte 1922 eine vertikale Turbine von 400 PS bei 4,2 m Gef. und Verkstaden konnte bisher 24 Kaplanturbinen zwischen 11 200 und 100 PS, darunter mehrere Einheiten zwischen 3000 und 4430 PS, mit zusammen 31 900 PS bauen. Heute ist eine erhebliche Ueberschreitung der Turbine von Lilla Edet mit 5,80 m Laufraddurchmesser schon nahe vorauszusehen und deren Wirkungsgrad[2]) von fast 93% behördlich erwiesen.

Die Firma Ig. Storek blickt ebenfalls auf eine erhebliche Zahl gelieferter Kaplanturbinen, vielfach in horizontaler Bauart, zurück.

Welchen großen Anteil unsere deutschen Turbinenfabriken an der Einführung der Kaplanturbine genommen haben, geht aus der folgenden Aufstellung der von den Konzernfirmen gelieferten und im Bau befindlichen Turbinen dieser Bauart — soweit bisher bekannt geworden — hervor.

Kaplan ist das Bild des zähen Verfolgers eines den dogmatischen Anschauungen der Zeit vorauseilenden, paradox erscheinenden Gedankens, der durch sein ungebeugtes Ausharren die Möglichkeit findet den Erfolg noch zu sehen. Dabei der anspruchsloseste Mensch im Kreise seiner Familie, voll zufrieden bei der Arbeit im Garten seines Gutes im Lande Salzburg und des Abends unter Freunden bei der Erörterung eines wissenschaftlichen Themas. Des Ehrendoktors der deutschen technischen Hochschule zu Prag zum 50. Geburtstag und der in Kürze zehnjährigen Entwicklung seines Werkes seit der Bremsung der ersten Betriebsturbine zu gedenken erscheint als Pflicht.

(W. 906.) Ing. C. Reindl.

Kaplanturbinen des Konzerns.

Anlage	N	H	n
Bober-Ullersdorf	4400	15,00	215
Wurzen	4400	8,30	150
Gratwein, Steierm.	2×3540	8,50	167
Ladenburg	3120	8,20	167
Ladenburg	2×3000	8,20	167
Wurzen	2460	8,30	214
Matsudome	2050	4.58	107
Bober-Ullersdorf	2000	15,00	300
Donaustetten	4×1885	8,00	214
Niederhausen	1850	5,80	167
Hengstey a. d. Ruhr	1400	4,85	125
Klosterbuch	1185	3,96	125
Waldenburg	1135	5,10	150
Untertürkheim	1100	4,00	125
Siebenbrunn, O. Oe.	2×1100	6,25	250
Meseritz	872	6,50	250
Griffen	870	3,10	107
Niederhausen	800	6 10	250
Sofienhütte, N Oe.	800	4,60	167
Munderkingen	629	2,33	83,3
Meseritz	612	9,70	250
Waldenburg	580	5,10	214
Klosterbuch	565	4,30	187
Metrovic	526	4,27	214
Aach	520	9,65	500
Lebenau (Wagingersee)	475	6,90	375
Maulburg	384	6,00	375
Glattfelden	376	7,20	500
Rötteln	350	4,00	250
Lörrach	303	3,60	215
Liebenstein, Vorarlberg	300	2,39	187
Nürtingen	270	3,14	187
Sinaia	253	5,00	375
Lottin	229	3,60	143
Steinen	2×220	5,00	375
Schopfheim	210	3,25	250
Chemnitz	103	3,50	320
Auerhammer	2×102	4,80	500
Sao Matheus	100	6,00	750
Reinbeck	96	3,00	300
Güstrow	79,5	2,10	214
Weisseritz	79	2,51	285
Bukarest	50	2,80	375

[2]) Vgl. deren Beschreibung im Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, dort auch die Bremsergebnisse.

Der Stand des Ausbaues beim Achenseewerk.

Das Achenseewerk mit einer Gesamtjahresarbeit von 140 Mio kWh bei Vollausbau, an dem sich das Bayernwerk einen jährlich steigenden Bezug bis zu 80 Mio kWh gesichert hat, wird in seinem ersten Ausbau bereits 1927 dem Betrieb übergeben. Das Abkommen ermöglicht es der TIWAG., den zweiten Ausbau unmittelbar anzuschließen.

Der erste Bauabschnitt umfaßt die Sperrung des natürlichen Seeabflußes, das Entnahmebauwerk, den Druckstollen, das Wasserschloß, den Druckschacht, den für fünf Maschinensätze notwendigen Teil des Krafthauses, die Schaltanlage und den Unterwasserkanal zum Inn. Der zweite Abschnitt bezweckt die Erhöhung der Betriebswassermenge durch Zuführung einiger Bäche nördlich des Achensees, sowie die Erweiterung des Krafthauses um vier Maschinensätze. Unterwasserkanal, Druckrohrleitung und Stollen sind von Anfang an für den vollen Ausbau hergestellt werden. Neben diesen Hauptarbeiten sind vor allem noch die Verlegung der Tratzbergstraße im Bereiche des Krafthauses und des Gießenbaches zu nennen.

Die Anzapfung des Sees mit 36 Mio m³ Nutzinhalt bei vorläufig 5 m Absenkung erfolgt wenig westlich von Seespitz und ist wegen der Flachheit der Ufer und der Schwierigkeit

Digitized by Google

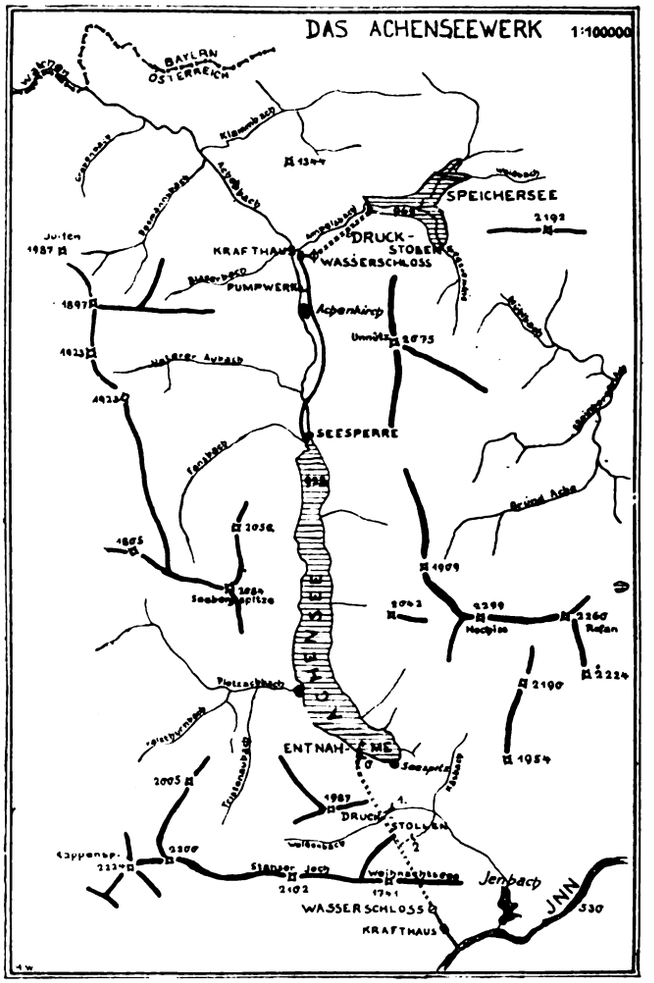


Abb. 1. Lageplan des Achenseewerkes.

der Gründung nicht einfach. Von einer Heberanlage wurde abgesehen und die Gründung der den Stollen bis in den See verlängernden Rohrleitung in Druckluft vorgenommen. Eine zeitweilige Absenkung des Sees zur Herstellung des Einlaufs kam so wenig in Betracht wie der Bau dieser 120 m langen Strecke in offener Baugrube mit Wasserhaltung. Zur Verwendung kommen 8 Caissons in Eisenkonstruktion, von denen der erste am weitesten im See gelegene, der den Einlauf trägt, eine Länge von 11 m und eine Breite von 6 m aufweist, dann folgen 4 Kasten je 18,5×4, 2 zu 11×4 m, der letzte nimmt während der Bauausführung die Absperrorgane auf und hat die Grundfläche 13×5 m. Zur Absenkung dieser Kasten wurde ein umfangreiches Gerüst in den See gebaut, teils wurde auch dieselbe von Schiffen vorgenommen, nachdem die Eisenbetonrohrleitung aufgesetzt war. Der Anschluß an den im Berg gegen den See möglichst weit vorgetriebenen Stollen wird von einer auf dem letzten Caisson aufgebauten Kammer gefunden, von der aus mit Hilfe eines eisernen Druckschildes die Rohrleitung gegen den Berg zu weiter verlängert wird.

Der Stollen selbst verläuft auf seiner ganzen Länge von 4500 m im harten gesunden Wettersteinkalk, der zum Teil sogar eine dolomitartige Festigkeit aufwies. Die Verwendung ausgezeichneter Sprengstoffe und Einsetzung guter Mineure sowie die Möglichkeit, den Stollen an mehreren Punkten in Angriff zu nehmen, (zu Beginn des Jahres 1925) verminderten die Bauzeit ganz erheblich. Durch zwei von Gießbachtälern her vorgetriebene Fensterstollen von 460 m und 510 m Länge, sowie einen von der Seeseite her getriebenen Stollen wurden 6 Angriffspunkte geschaffen. Das 780 m lange Stollenstück zwischen Fenster 1 und 2 wurde nach vier. das 1880 m lange zwischen Wasserschloß und Fenster 2 nach 7 Monaten durchschlagen. Hier wurden im Tag bis über 7 m, im Durchschnitte 5,40 m Fortschritt an einem Ort erzielt. Das letzte Stück am See wurde von Fenster 1 und 0 herbetrieben. Der Hilfsstollen 0 wurde in einer Höhenlage von 12 m über dem Seespiegel wagrecht bis zur Erreichung des festen Gebirges, von da unter 40° geneigt bis zur Höhenlage des Hauptstollens, also noch etwa 30 m vorgeführt. Zur Förderung wurde ein Schrägaufzug eingebaut und während an den übrigen Stollenorten sich eine besondere Wasserhaltung erübrigte, stieg hier der Wasserzudrang bis auf 2000 l/Min. Man war daher gezwungen, mehr von Fenster 1 her zu arbeiten; in diesem Jahr erfolgte nunmehr auch der Durchschlag dieser Stollenstrecke. Der gesamte Stollen erhält eine Betonauskleidung auf ein volles Kreisprofil von 2,75 m Durchmesser.

Das Wasserschloß liegt völlig im Berg und besteht aus zwei zweiteiligen Kammern, von denen die untere in gleicher Höhenlage wie der Hauptstollen angeordnet ist und durch einen 4 m weiten Schacht mit der oberen ebenfalls zweiteiligen Kammer in Verbindung steht, das Maß von Schachtsohle bis zur Decke obere Kammer beträgt 45,6 m, die Inhalte 600 bzw. 1900 m³. An das Wasserschloß schließt die Apparatekammer mit den Absperrvorrichtungen und an diese der blechgepanzerte Druckschacht. Dieser Druckschacht wurde an drei Stellen jeweils von unten her unter 45° ausgebrochen. Auch hier wurde der gute Tagesfortschritt von 1,90 m erzielt. Den Abschluß des Druckschachtes bildet ein flußeiserner Krümmer, der in einem großen Verankerungsklotz aus Beton sitzt und den Uebergang zur eisernen Druckrohrleitung bildet.

Das Krafthaus, das möglichst nah an den Berg gerückt ist, liegt noch im Hochwassergebiet, seine Gründung mußte daher zur Niederwasserzeit im Winter 1925/26 erfolgen. Die Wände sind völlig in Eisenbeton hergestellt, die Kranbahn für zwei Laufkrane zu je 30 Tonnen stellt sich als eiserner Blechträger dar, der eiserne Dachstuhl überspannt eine Lichtweite von 14,50 m und erhält als Krafthausdecke unten eine Holzverschalung. Vom ganzen Krafthaus sind bis jetzt 56,8 m Länge erstellt entsprechend den im ersten Ausbau aufzustellenden Maschinen; die Erweiterung ist bei der Gründung bereits vorgesehen und das Krafthaus nach Süden nur behelfsmäßig durch eine Bretterwand abgeschlossen. Zur Aufstellung gelangen Freistrahlturbinen für 380 m Gefälle. Der Drehstromteil erhält zunächst 2, später noch weitere 3 horizontale Peltonturbinen mit je 2 Laufrädern und je Laufrad 2 Düsen von 15350 PS, gekuppelt mit geschlossenen Generatoren von je 13000 kVA bei 5,5 kV nebst angebauten Erreger- und Hilfserregermaschinen. Jeder Generator arbeitet unmittelbar auf einen im Freien aufgestellten Transformator 5,5/11,516 kV gleicher Leistung. — Der Einphasenteil besteht aus 3 (später 4) zweidüsigen Peltonturbinen von je 8000 PS, gekuppelt mit Generatoren von 5000 kVA dauernd bzw. 7000 kVA während 3 Min., welche auf je einen gleichen Transformator 5,5/55 kV arbeiten. Der Laufraddurchmesser aller Turbinen beträgt rund

Digitized by Google

1500 mm. An das Krafthaus schließt sich ein Abstellraum mit Durchfahrt und das Kommandohaus, während die Umspannung für den Weitertransport der Energie auf 115 kV Drehstrom in einer ausgedehnten Freiluftanlage erfolgt. Ebenso wird die Umspann-Anlage auf 55 kV für den Bahnstrom als Freiluftanlage gebaut. Der Unterwasserkanal von etwa 700 m Länge erhält eine Betonauskleidung und muß unter der Bundesbahnstrecke Kufstein — Innsbruck mit Hilfe eines Bauwerkes niedriger Konstruktionshöhe durchgeführt werden.

Die Verteilung der gewonnenen Arbeit erfolgt zunächst durch eine im Bau befindliche Doppelleitung nach dem Umspannwerk Innsbruck mit 10000 (später 20000) kVA Abnahme und von hier später südlich zum Brenner, westlich nach Imst und Landeck, nordöstlich von Jenbach nach Kufstein. Der Zusammenschluß mit dem Bayernwerk soll von Zirl aus über Seefeld—Scharnitz—Mittenwald zum Walchenseewerk erfolgen.

Die Bauarbeiten am Achenseewerk sind von solchem Umfange, daß größere Betriebseinrichtungen zu schaffen waren. Die beiden auseinanderliegenden Baustellen am Krafthaus im Inntal und am Einlauf am See erhielten eigene Gleisanschlüsse, wobei die bestehende Zahnradbahn von Jenbach nach Seespitz entlang dem Seeufer verlängert und zeitweise in ausschließliche Benützung für Materialtransporte der Baustelle genommen werden mußte. Erwähnenswert ist ferner der über 500 m lange bis zu 53° steile Schrägaufzug entlang des Druckschachtes an dem durch Steinschlag gefährdetem Hang. Die Bauausführung liegt in Händen eines Bausyndikats gebildet aus den Firmen Innerebner & Mayer in Innsbruck, Union Baugesellschaft in Wien und Porr in Wien, für die Druckluftarbeiten wurde noch Locher & Cie. in Zürich, beigezogen. Die Bauleitung liegt in Händen eines von der TIWAG errichteten örtlichen Baubüros.

(W. 894.) Dipl.-Ing. H. Wallraff.

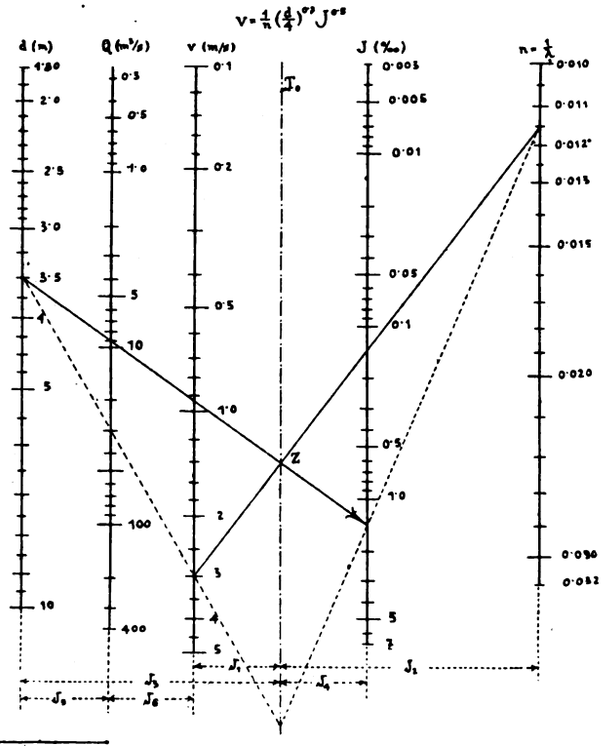
Fluchtlinientafeln.

Von Ingenieur Dr. F. Sitte, Brünn.*)

(Schluß aus Heft 23, Seite 287.)

Dieses Verfahren der fluchtrechten Punkte[28]), im besonderen auch Darstellung in Parallelkoordinaten genannt, besteht demnach in der Verwendung von bezifferten Punktskalen und im Ziehen und Schneiden von Geraden, vermeidet parallele Gerade, schließt Irrtümer aus und ist sehr durchsichtig, umkehrbar und nach vielen Richtungen erweiterungsfähig. Die Ablesestrahlen können entweder wirklich gezeichnet oder durch Spannen eines Fadens oder Anlegen einer Kante kenntlich gemacht werden. Hierzu eignen sich durchsichtige Dreiecke und Lineale, allenfalls mit einer schwarz eingeritzten Geraden der Unterseite. Die Verzeichnung der Ablesestrahlen kann auf dem Nomogramme selbst oder einem darüber gespannten Pauspapiere erfolgen, so daß die Haltbarkeit dieser Tafeln dieselbe ist wie jene von Netztafeln, aus welchen unmittelbar abgelesen wird. Gesucht kann irgendeine der Veränderlichen sein. Bei verwickelten Funktionen ist nur das Entwerfen der Leitern umständlich, die Benützung bleibt dieselbe höchst einfache. Das Verfahren ist auch bei mehr als 3 Veränderlichen brauchbar. Die Teilungsträger können auch krummlinig werden. Durch Doppelteilungen ergeben sich oft weitere Vereinfachungen.

Abb. 5.



Im vorliegenden Falle der Gl. (1) mit 4 Veränderlichen v, n, d, J, und den oben angegebenen Grenzen zerlegt man die Gleichung in 2 Fälle mit 3 Veränderlichen von zusammenfallender Zapfenlinie und Hilfsteilung nach l_0, welche dann als nebensächlich überhaupt nicht ausgeführt wird etwa gemäß $v\,n = \left(\frac{d}{4}\right)^{0,7} J^{0,5}$ in Abb. 5. Für die Funktionsmaßstäbe gilt nach (6)

$$l_1 : l_2 : l_3 : l_4 = \frac{\delta_1}{\delta_1 + \delta_2} : \frac{\delta_2}{\delta_1 + \delta_2} : \frac{\delta_3}{\delta_3 + \delta_4} : \frac{\delta_4}{\delta_3 + \delta_4}$$

und wenn $\delta_1 + \delta_2 = \delta_3 + \delta_4$, folgt

$$l_1 : l_2 : l_3 : l_4 = \delta_1 : \delta_2 : \delta_3 : \delta_4 \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

Zwecks bester Ausnützung der Zeichenfläche in der Richtung der parallelen Leitern sind in Abb. 5 zunächst die Höchst- und Kleinstwerte der Veränderlichen als ungefähr einander entsprechende Wertepaare angenommen worden, sodann die 4 Maßeinheiten so gewählt worden, daß die Leitern von gleicher Länge, nämlich der Nutzhöhe des Blattes sind und schließlich sind noch die Endpunkte einer Seite (Kleinstwerte) auf einem Randstrahle vorausgesetzt worden. Von den 8 Grenzwerten sind demnach nur 6 wählbar. Zu min v = 0·1 (m/s), min n = 0·010 und min d = 1·80 (m) gehört nach (1) min J = 0·00306 (‰), so daß ein Teilungsendpunkt bei J = 0·003 (‰), und zu max v = 5·0 (m/s), max n = 0·032 und max d = 10·0 (m) gehört max J = 7·098 (‰), weshalb der andere Endpunkt bei J = 7(‰)

[28]) Bereits angedeutet bei A. F. Möbius l. J. 1841.

Digitized by Google

gewählt worden ist. Die Maßeinheiten müssen sich verkehrt wie die logarithmischen Bereiche der Teilfunktionen verhalten.

$$l_2 : l_1 = (\log \max v - \log \min v) : (\log \max n - \log \min n) = 1{,}699 : 0{,}505 \text{ und abgerundet } l_2 : l_1 = 3 : 1.$$

$$\text{Aehnlich } l_4 : l_3 = \left[\log\left(\frac{\max d}{4}\right)^{0{,}7} - \log\left(\frac{\min d}{4}\right)^{0{,}7}\right] : \left[\log \max J^{0{,}7} - \log \min J^{0{,}5}\right] = 0{,}521 : 1{,}684. \quad (8)$$

Hierfür ist gewählt worden $l_4 : l_3 = 1 : 3$. Danach ist für den Entwurf $l_1 = l_4 = 100$ mm und $l_2 = l_3 = 300$ mm angenommen worden. Da die Bezifferung der Leitern für die Teilfunktionen $\Phi_3 = \left(\frac{d}{4}\right)^{0{,}7}$ und $\Phi_4 = J^{0{,}5}$ mit den Argumenten d und J erfolgt, interessieren die Maßeinheiten hierfür

$$l_d = 0{,}7\ l_3 \text{ und } l_j = 0{,}5\ l_4, \quad \ldots\ldots\ldots (9$$

für den Entwurf $l_d = 210$ mm, $l_j = 50$ mm.

Zusammenfassend gilt für die Argumentenmaßstäbe

$$l_v : l_n : l_d : l_j = l_1 : l_2 : 0{,}7\ l_3 : 0{,}5\ l_4 = \delta_1 : \delta_2 : 0{,}7\ \delta_3 : 0{,}5\ \delta_4 = 10 : 30 : 21 : 5 \ldots\ldots (10$$

Jede logarithmische Leiter ist durch einen Endpunkt (Kleinstwert) und die Maßeinheit bestimmbar. Für die Entfernungen der Leitern, welche die Breite des Zeichenblattes möglichst auszunützen haben, ergibt sich nach (6)

$$\delta_1 : \delta_2 : \delta_3 : \delta_4 = 1 : 3 : 3 : 1.$$

In Abb. 5 sind der Uebersichtlichkeit halber die der gemeinsamen Zapfenlinie T_0 näher liegenden Leitern für v und J (da $\delta_1 < \delta_2$ und $\delta_4 < \delta_3$) nicht auf derselben Seite der Zapfenlinie aufgetragen. Letztere Anordnung würde eine bessere Breitenausnützung ermöglichen, nämlich eine nutzbare Breite $\delta_1 + \delta_2$ statt δ_2, also im vorliegenden Falle ⅓ Breitenersparnis und nachdem $\delta_1 = \delta_4$ und $\delta_2 = \delta_3$ außerdem Doppelleitern für v, J und n, d ergeben. Die Schnittpunkte Z der Ablesestrahlen bleiben durch Spiegelung der J und d-Leiter bezüglich der Zapfenlinie dieselben. Den Schlüssel zur Verwendung dieser Tafel [29]) gibt ein Zahlenbeispiel: Gegeben $v = 3{\cdot}0$ m/s, $d = 3{\cdot}5$ m, $n = 0{\cdot}0115$, ermittelt $J = 1{\cdot}44‰$ (Pfeilspitze). Dabei können entweder die vollgezeichneten Ablesestrahlen (für die Produkte mit Zapfenlinie innerhalb und gleichsinnige Teilung gemäß Abb. 4a) oder die gestrichelt verzeichneten Weiser (für die Quotienten $v : \left(\frac{d}{4}\right)^{0{,}7}$ usw. mit Zapfenlinie außerhalb und gleichsinnigen Teilungen gemäß Abb. 4b) benützt werden. Im letzteren Falle gestattet die abermalige Anwendung des Grundsatzes der Gl. (6) auf die Wassermengengleichung (4) auf einer zwischen d- und v-Leiter liegenden Zapfenlinie die Wassermenge $Q = 28{\cdot}9$ m³/s abzulesen, wobei nach Gl. (6) das Verhältnis der Abstände $\delta_5 : \delta_6 = \frac{l_d}{2} : l_V = \frac{210}{2} : 100$ ist oder für den Entwurf $\delta_5 = 25{\cdot}6$ mm und $\delta_6 = 24.4$ mm sind, da $\delta_3 - \delta_1 = 50$ mm. Die Maßstabeinheit wird dann $Q = 100\,\frac{25{,}5}{24{,}4 + 25{,}6} = 51{\cdot}2$ mm. Damit ist die Q-Leiter so in die Tafel eingefügt, daß sie ohne weiteres entweder statt der d-Leiter oder an Stelle der v-Teilung benützt werden kann.

Zur raschen Herstellung einer Fluchtlinientafel in der Art der Abb. 5, aber ohne Rücksicht auf Flächenersparnis werden gewählt: 1) Die Abstände $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ (etwa wie früher); 2) die Doppelstelle für die Ablesestrahlen in beliebiger Lage, aber zweckmäßig für möglichst einfache Werte einander entsprechender Wertepaare, beispielsweise für $v = 5$ m/s, $n = 0{\cdot}020$, $d = 4$ m, $J = 10‰$ entsprechend dem $v_n = 0{\cdot}1$ der Hilfsveränderlichen; 3) irgendeine Maßstabeinheit. Nach Gl. (6) und (9) bzw. (10) folgen dann die übrigen Einheiten und damit die Konstruktion jeder Leiter aus Einheit und einem Punkt. Diese Tafel würde natürlich größere Höhenabmessungen des Blattes erfordern. Durch eine zulässige Verschiebung zusammengehörender Leitern auf ihren Trägern — etwa zunächst der v- und n-Leiter, d. h. eine solche Verschiebung, welche die Schnittpunkte der Ablesestrahlen nicht ändert, gelangen aber dann die Endpunkte einer Seite auf gleiche Höhe und durch eine ähnliche Verschiebung der J- und d-Leiter ergibt sich wieder Abb. 5. Die Verschiebungen zusammengehörender Leitern rechts und links der Zapfenlinie müssen entgegengesetzt erfolgen und für ihre absoluten Werte gilt die Beziehung

$$\Delta_v : \Delta_n = \delta_1 : \delta_2 \text{ und } \Delta_d : \Delta_J = \delta_3 : \delta_4 \quad \ldots\ldots (11)$$

Im Sonderfalle von 3 Veränderlichen, etwa für gleichbleibendes n, artet eine Schar von Ablesegeraden in ein Strahlenbüschel aus. Die Skalenträger der Fluchtlinientafeln können auch einander schneiden oder z-förmig angeordnet sein. Durch Wiederholung des Verfahrens [30]) läßt sich in derselben Art die allgemeine Funktion darstellen

$$[\Phi_1(z_1)]^\alpha \cdot [\Phi_2(z_2)]^\beta \cdot [\Phi_3(z_3)]^\gamma \ldots = C \ldots (12)$$

In allgemeineren Fällen ohne den einfachen logarithmierbaren Zusammenhang zwischen 3 oder 4 Teilfunktionen können Skalenträger und Zapfenlinie gekrümmt sein. Die Darstellbarkeit der Gesamtfunktion durch eine Fluchtlinientafel setzt auch dann eine bestimmte mathematische Bedingung voraus [31]).

Die Zapfenlinie T_0 in Abb. 5 kann in bezug auf die 4 Leitern verschiedene Lagen einnehmen. In den Fällen wo dieselbe außerhalb eines der beiden Leiternpaare v n und d J liegt ergeben sich im allgemeinen für die Flächenausnützung weniger günstige Lösungen. Besonderes Interesse gebührt jedoch dem Sonderfalle mit Zapfenlinie im Unendlichen [32]), weil dann die beiden Ablesestrahlen parallel sind. Nach Abb. 4b) müssen für außerhalb liegende Zapfenlinie die Teilungen für beide Faktoren entgegengesetzten Sinn haben. Darnach ist der Richtungssinn der v- und d-Leiter (T_1) entgegengesetzt dem Sinne der n- und J-Leiter (T_2), wenn die Zapfenlinie außerhalb sämtlicher Leitern liegt. Nach Wahl von $\lambda = \frac{1}{n}$ bleibt nur für die J-Leiter entgegengesetzter Teilungssinn. In diesem Sonderfalle ergibt sich nach der zeichnerischen Ermittlung von O_0 in Abb. 4b : $l_1 = l_2$ und $l_3 = l_4$, ferner für die Gleichheit der Abstände der Leitern jedes Paares nach (7) : $l_1 = l_2 = l_3 = l_4$ und mit Beziehung auf (10):

$$l_v : l_\lambda : l_d : l_j = 1 : 1 : 0{,}7 : 0{,}5 \ldots\ldots (10')$$

Der Vorteil dieses Sonderfalles gegenüber dem allgemeinen Falle liegt darin, daß hier eine Verlängerung einer Strecke vermieden wird, gleichgültig welche Veränderliche gesucht ist, was beim Aufsuchen von n und d in Abb. 5 nicht der Fall ist. Im allgemeinen dürfte aber eine Konstruktion mittels einan-

[29]) Vergl. ein solches Nomogramm doppelter Fluchtung bei F. Reinhold, Eine Rechentafel nach d'Ocagne für die Strömungsgeschwindigkeit in Wasserläufen. Bauingenieur 1922, S. 149.

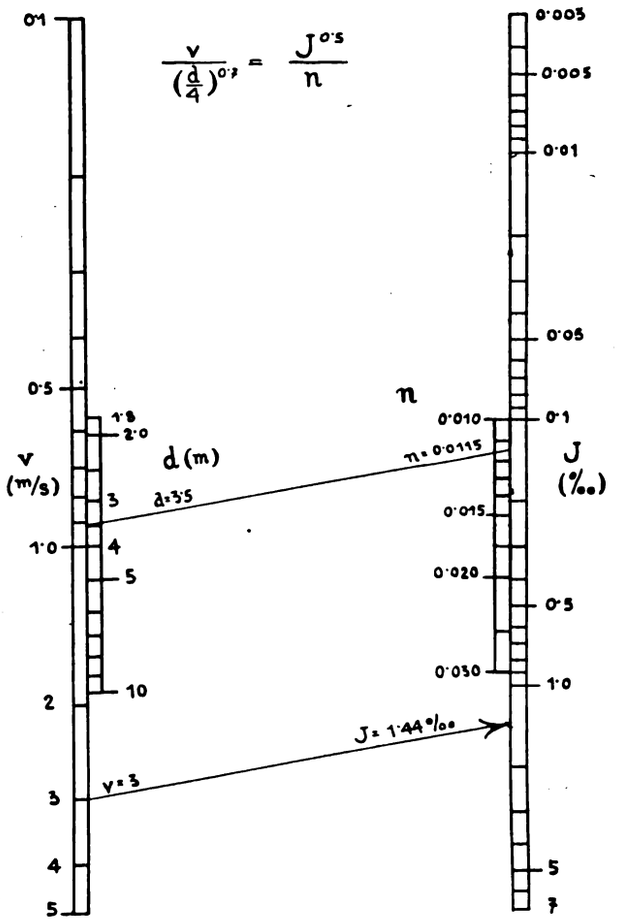
[30]) Vergl. P. Schreiber, Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1923, S. 930.

[31]) Siehe Lacmann a. a. O., S. 60, Gl. (47) und S. 90, Gl. (118).

[32]) Vergl. Th. Pöschl, Lehrbuch der Hydraulik, J. Springer, 1924, S. 135 u. Abb. 114 und M. Beghin.

Digitized by Google

Abb. 6.



der schneidender Ablesestrahlen zusagender sein. Wenn man übrigens schon parallele Weiser verwenden will, so ist die folgende weitere Vereinfachung, die sogenannte Verhältnistafel, bequemer und raumsparender.

Solche Tafeln entstehen (Abb. 6), wenn auf parallelen Bezugsachsen von beliebigen Anfangspunkten im gleichen Maßstabe Logarithmus der Zähler- und Nennerfunktion gleichsinnig aufgetragen werden, etwa entsprechend der folgenden Schreibweise der Gl. (1)

$$v : \left(\frac{d}{4}\right)^{0,7} = J^{0,5} : n$$

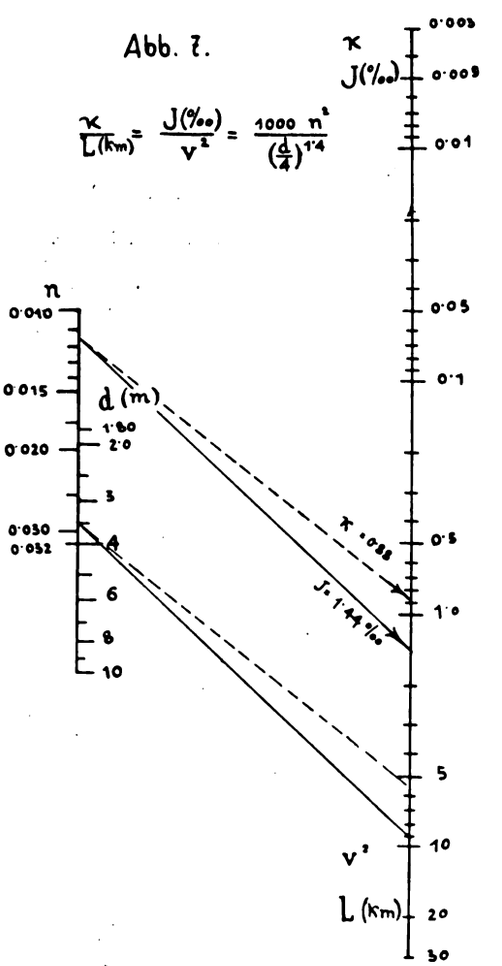
Als Doppelpunkte sind hier links $v = 1$ m/s, $d = 4$ m und rechts $n = 0{\cdot}010$, $J = 0{\cdot}1\,‰$ gewählt (Verhältniswert $= 1$), als Maßstabeinheiten für den Entwurf $l_v = 100$ mm und sohin $l_d = 70$ mm, $l_i = 50$ mm, $l_n = 100$ mm zugrunde gelegt. Das frühere Beispiel ergibt wieder $J = 1{\cdot}44\,‰$. Die beiden Doppelleitern können beliebig parallel verschoben werden. Hier nützen nur v- und J-Leiter die Höhe des Blattes voll aus. Derartige Verhältnistafeln können übrigens auch aus dem obigen Sonderfalle mit 4 parallelen Leitern, paarweise gleichen Abständen und Zapfenlinie im Unendlichen durch eine Parallelverschiebung (Translation) zweier zugeordneter, miteinander starr verbunden gedachter Einzelleitern (etwa der v- und n-Leiter) bis zur Deckung mit den Teilungsträgern des anderen Leiterpaares entstanden gedacht werden.

Durch mehrfache Bezifferung und mehrfache Leitern können Nomogramme gleichzeitig für 2 verschiedene Formeln benützt werden. Bei Berechnung eines Druckstollens von der Länge L interessieren auch derDruckhöhenverlust

$$h = l, J = k\, v^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

und die Proportionalitätsziffer k. Nach Abb. 7 kann auch für die 6 Veränderlichen v, n, d, J; L, k der Gl. (1) und (13), also 4 unabhängigen Veränderlichen, darunter stets eine der beiden letzten, mit einer Verhältnistafel das Auslangen gefunden werden, wobei eine einfache Leiter mit 4facher Bezifferung für k, J (‰), v^2, L (Km) und eine Doppelleiter für n und d angewendet worden ist, als Ersatz für zwei zusammengefügte Verhältnistafeln mit 3 Doppelleitern gemäß $J : v^2 = n^2 : \left(\frac{d}{4}\right)^{1,4} = k : L$. Schlüssel hiezu aus $v^2 = 9$ (m²/sek²) d = 3·5 (m) und n = 0·0115 folgt J = 1·44‰ und aus L = 5·5 (km), d = 3·5 (m) und n = 0·0115 folgt k = 0·88. Als obere Grenze der Stollenlänge ist in der Tafel L = 30 km angenommen worden, die der längste Wasserstollen der Welt, der Shandaken-Tunnel

Abb. 7.



Digitized by Google

der Catskill-Wasserleitung von Neuyork[33]) fast erreicht.

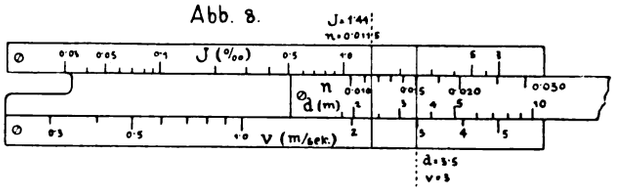
Um die parallelen Ablesestrahlen nicht in jedem besonderen Falle auf darübergelegtem Pauspapier zeichnen zu müssen, verwendet man einen aus einer Schar paralleler Strahlen bestehenden Raster oder auch bloß den Stechzirkel ohne Weiser (Stechzirkelnomogramme[34]).

Bei veränderlichen Exponenten μ und ν der Potenzformel (1), also bei 6 Veränderlichen, ist auch eine Darstellung nach Art einer Verhältnistafel in Verbindung mit 2 Strahlenbüscheln anwendbar[35]).

Die höchste Stufe der Vollendung unter den Rechenhilfsmitteln im Sinne weitgehendster Zeitersparnis in Verwendung und Herstellung sowie auch Raumausnützung nehmen die Rechenmechanismen ein, darunter insbesonders Rechentafeln mit beweglichen Leitern (Zungen), die Rechenschieber (Rechenstäbe). Das Ziehen paralleler Ablesestrahlen in Abb. 6 kann nämlich ersetzt werden durch eine Verschiebung der beweglichen Zunge, wenn etwa die inneren Leitern (n und d) auf dieser und die übrigen (v und J) auf dem Stabe eines logarithmischen Rechenschiebers aufgetragen werden. In Abb. 8 ist die Zungenstellung für das obige durchgehende Beispiel aufgetragen. Der allgemeineren Verwendbarkeit wegen wäre statt d der hydraulische Halbmesser R zu verwenden. Man liest hier an der oberen Teilung zu jedem n-Werte das bezügliche J ab, so daß eine Verschiebung das Ziehen einer ganzen Schar paralleler Weiser ersetzt. Derartige eigentliche Wasserbauschieber sind in neuester Zeit bereits fabrikmäßig hergestellt worden[36]).

Bei bloßen Umrechnungen von hydraulischen Beiwerten (Koeffizienten), wie bei den vielen Reibungsziffern, ferner bei Umwandlungen auf andere Bezugseinheiten, wie etwa der

Abb. 8.



Regendichte in mm/min und in l/sek u. ha, leisten Rechentafeln mit vereinigten Leitern, 2- bis 4fache Funktionsleitern, sogenannte Punktrechenbilder[37]) gute Dienste, welche einem Rechenschieber ohne beweglicher Zunge entsprechen.

Es gibt auch Rechentafeln, die eine Vereinigung von Netz- und Fluchtlinientafeln vorstellen, indem sie Kurven- und Punktleitern benützen.

Im vorliegenden Falle stünde noch eine Reihe anderer Verfahren zur Verfügung wie Dreieckschaubilder[38]), Fluchtenrechtecke[39]) und andere mehr.[40])

Der Vorzug dürfte der raumsparenden Fluchtlinientafel und in Sonderfällen der Verhältnistafel und dem Rechenschieber gebühren.

Rechentafeln für die verschiedensten technischen Zwecke können bereits von einigen Verlagsgesellschaften bezogen werden.

Es ist zu erwarten, daß diese wirtschaftlich so nützlichen Rechenhilfsmittel bald umfassende Anwendung in der gesamten technischen und auch in der kaufmännischen Welt finden werden. (W. 481.)

33) 29·115 km, Durchschlag am 3. II. 1923, gegenüber 19·77 km Länge des Simplon-Tunnels. Seit 1923 ist in Norwegen der Lilledalen-Druckstollen von 17·6 km Länge im Baue.

34) N. Gercevanoff, A. Adler, M. d'Ocagne, P. Luckey.

35) HDI.-Mitteilungen 1924, S. 108. Hingegen Darstellung durch Kurvenscharen bei A. Schoklitsch, Graphische Hydraulik, Abb. 6 und F. Eisner u. G. Zimmermann, Die Wasserkraft 1924, S. 71.

36) Gebr. Wichmann, Berlin, nach System Kaumann, hauptsächlich für den Fluß- und Kanalbau, während die Systeme Mannes und Vicari in erster Linie Kanalisationszwecken dienen. — Ferner: H. Bock, Ein logarithmischer Rechenschieber für Kanalisation und Wasserversorgung, „Schw. Bauztg." vom 7. III. 1925, S. 130.

37) W. Vieser, Graphische Tafeln, Bauingenieur 1921, S. 390.

38) G. Neumann, Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1923, S. 231. O. Lacmann, a. a. O. für die Bernoullische Strömungsgleichung u. Z. f. angew. Math. u. Mech. 1922, S. 375.

39) R. Jacki, Beton u. Eisen 1924, S. 77.

40) Aus dem umfangreichen Schrifttume seien außer den bereits angeführten Abhandlungen noch die folgenden für hydraulische Zwecke genannt: E. Melli, Schweiz. Bauztg. 1892/II S. 1 (ein umständliches zeichnerisches Verfahren für städt. Kanalprofile und kreisförmige Leitungen als Vergleich gegen die heutigen Verfahren). N. Haponowicz, Graphische hydraulische Tafeln, Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch-Ver. 1913, H. 26. W. Vieser, Anwendung der Nomographie auf hydraulische Formeln, Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1910, H. 14 und „Graphische Tafeln", Bauingenieur 1921, S. 569, Abb. 3, 4. A. Schoklitsch, Graphische Bemessung von Werksgräben, Wasserkraft 1924, S. 221.

Zuschrift.

Vergleich verschiedener Turbinen.

(Zu: Die Konstruktion der Wasserturbinen in den Vereinigten Staaten.)

Die Bemerkung in Heft 3, S. 26 dieses Jahrganges, daß die Kurvendarstellung in Bulletin techn. de la Suisse rom. 1925, H. 20, S. 248, Abb. 5, wonach ein Vevey-Propeller mit $n_S = 600$ einer Voith-Propellerturbine gleichen n_S in Höhe und Verlauf der Wirkungsgradkurve überlegen ist (90% max. gegen 89%), etwas angezweifelt werden müßte, veranlaßt Herrn Oberingenieur R Hofmann, Vevey, zu folgender Ausführung, der wir gerne Raum geben:

„. . . daß die Wirkungsgradkurve mit dem Ergebnis der offiziellen von Herrn Prof. Thomann der Universität Lausanne gemachten Abnahmeversuche genau übereinstimmt. Die betr. Propellerturbine ist der A.G. Brown, Boveri in Münchenstein geliefert worden und gibt bei einem Gefälle von 6,0 m und einer Drehzahl von 375 Touren pro Minute eine Leistung von 201 PS.

Die Turbine ist vertikal-achsig und ist in eine Betonspirale eingebaut. Die Wirkungsgradkurve ist ohne Wissen der Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey und ohne mein Wissen vom Bull. techn. nach den Angaben von Herrn Prof. Thomann veröffentlicht worden.

(gez.) R. Hofmann."

Ich möchte zunächst feststellen, daß ich keineswegs die Richtigkeit der Vevey-Kurve, d. h. die absolute Höhe von 90% des Wirkungsgrad-Maximums, angezweifelt habe, sondern nur die Vergleichsfähigkeit beider übereinander gezeichneter Kurven (Vevey und Voith) in Zweifel zog, weil — wie ich a. a. O. fortfahre — „keinerlei Daten über die verglichenen Turbinen genannt sind und die Nachprüfung, ob es sich um gleiche Abmessungen, Bauart und

Digitized by Google

Einbauverhältnisse handelt, nicht möglich ist."

Beide Firmen haben es in dankenswerter Weise durch Angabe der grundlegenden Daten ermöglicht, einen Vergleich zu ziehen:

	At. de Constr. Méc. Vevey	J. M. Voith
Bremsung:	Prof. Thomann	Hermaringen
Gefälle . . . . m	6,0	4,0
Umdr./Min . . .	375	426[2])
Laufraddurchm. mm	835	700
Spezif. Drehzahl[1])	566	630
Leistung . . . PS	201	70
Einbau: vertikal .	Betonspirale	offener Schacht
Saugrohr	Beton-Krümmer 4,2 m hoch, 4,0 m lg.	geradcs vertikales Saugrohr[3])

Dem Voith- Laufrad ist der geringere Durchmesser und die höhere spezifische Drehzahl zugute zu halten. Rechnet man den Wirkungsgrad des kleineren Voith-Rades auf den Durchmesser von 835 mm um, so ergibt sich nach den Formeln von Camerer oder Staufer (welche beide im Ergebnis nicht wesentlich verschieden sind) eine Verbesserung in dem hier in Frage kommenden Bereich um rund 1% (nach der Stauferschen Formel bei einem Ausgangswert $\eta = 88\,\%$: + 1%, bei 89 % : + 0,97 %, nach Camerer bei $\eta = 88\,\%$ ebenfalls knapp + 1 %), so daß auf gleiche Durchmesser und Gefälle bezogen der Unterschied in den Wirkungsgraden verschwindet. Inwieweit die Versuchsverhältnisse (bei Vevey eine Wassermessung im Kraftwerkseinbau, bei Voith in der Versuchsanstalt gemessen) etwa Abweichungen hinsichtlich der Meßgenauigkeit bedingen, ist nicht feststellbar. Was den Unterschied im Verlauf der Wirkungsgradkurven anlangt, so verursachen auch die verschiedenen Formen des Saugrohres Abweichungen im Verlauf der Kurven bei den verschiedenen Belastungen,[4]) wobei u. a. bei Teilbelastung für den Krümmer ein höherer Wirkungsgrad wie für das gerade Saugrohr gefunden wurde (Dubs[4]). Damit soll nur gesagt sein (worauf ich auch bei einer anderen Gelegenheit bezüglich einer unmittelbaren Gegenüberstellung von Wirkungsgradkurven schon hinwies), daß bei solchen Vergleichen stets die genauen Daten und Versuchsverhältnisse angegeben werden sollten, andernfalls die Gegenüberstellungen mit Vorsicht aufzunehmen sind. (W. 854.) Ing. C Reindl.

[1]) Ueber die Leistung gerechnet.
[2]) aus der spezif. Drehzahl gerechnet.
[3]) mit Betonkrümmer wurde gleicher Wirkungsgrad erhalten.

[4]) Vgl. z. B. in: Englesson, Kaplanturbine oder Propellerturbine, Wasserkraft-Jahrbuch 1924, S. 454, und Dubs, Die Beeinflussung des Wirkungsgrads durch das Saugrohr, Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, Seite 338.

Rundschau

Wasserkraftmaschinen.

Lilla Edet in amerikanischem Urteil.

Der Bericht des Pariser Vertreters des „Power", R. H. Andrews, soll hier nicht deshalb erwähnt werden um die Bremsergebnisse dieser Anlage[1]) mitzuteilen, sondern weil dieser Bericht sich durch seine Nüchternheit vorteilhaft von vielen anderen, auf Reklame eingestellten Veröffentlichungen unterscheidet und weil zweitens eine gewisse Verlegenheit auftaucht bezüglich der Definition der Kaplanturbine. Diese wird definiert als „vom Propellertyp mit Schaufeln, welche so gelagert sind, daß ihre Einstellung automatisch nach der Belastung geregelt werden kann." Diese Begriffsbestimmung ist absolut unvollständig, insoferne als das Kennzeichen der Schaufellänge kleiner als der Teilung, kleinen Schaufelfläche und die Eigenschaft hoher spezifischer Drehzahlen fehlt. Außerdem war die Kaplanturbine Ausgangspunkt des modernen Schnellläufers überhaupt, insoferne es das Ziel der meisten Propellerturbinenkonstruktionen war, die von den ersten Kaplanturbinen erreichten Schnelläufigkeiten mit andern Mitteln zu erreichen. Man darf vielleicht sagen, daß sie gerade dadurch, daß sie über das Stadium reiner Ideen für die Lösung der Schnellläuferfrage hinaus zu praktisch erfolgreichen Verwirklichungen gelangt ist, den Anstoß zur modernen Entwicklung gegeben hat; denn einer reinen Idee zuliebe tauchen keine Konkurrenzfabrikate auf.

Als wesentlich wird von dem Bericht hervorgehoben, daß durch günstige Lastverteilung auf die drei Aggregate es bei Leistungen des ganzen Krafthauses von 20 000—35 000 PS möglich ist, Krafthaus-Wirkungsgrade über 87% zu erreichen. („Power" Heft 15 vom 12. Okt. 1926.) (W. 880.) Schilhansl.

[1]) Wasserkraft-Jahrbuch 1925/26, S. 318.

Energiewirtschaft.

Die neuen Talsperren im Aggertal.

Bereits seit Februar 1925 hat die Aggertalsperrengenossenschaft (Sitz Vollmerhausen, Bez. Köln) den Plan, für eine bessere Versorgung mit Wasser und zur Abwanderung kommenden Hochwassers im Gelände von Dümmlinghausen eine große Talsperre zu bauen, weiter zur Regulierung zwei größere Stauanlagen, zu errichten. Es bedurfte intensiver Arbeit, die zuständigen Stellen für dieses große Notstandsprojekt zu gewinnen, da eine Ausführung dieses Planes natürlich nur mit Unterstützung des Staates möglich ist.

Die große Talsperre im Gebiet des Ortes Dümmlinghausen wird rund 20½ Millionen cbm Wasser fassen, die Sperrmauer wird eine größte Höhe von 46,6 m erhalten, die Sohlenbreite 33,7 m betragen. Die Orte Becke, Bredenbruch, Bruch und Deitenbach werden besonders vom Stau betroffen. Die Fläche wird etwa 150 ha Ausdehnung betragen. Da die Industrie im Kreise Gummersbach zu einem Teil auf Wasserkraft eingestellt ist, kann eine gewinnbringende Erzielung von Energie für manche Wasserbetriebe erfolgen. Darüber hinaus wird man beim Hochwasser eine Möglichkeit zum Eindämmen haben, die Wasserschäden werden alsdann in viel geringerem Maße auftreten.

Außer dieser großen Talsperre werden seitens der anliegenden Kreise und Gemeinden auch noch weitere Stauanlagen errichtet: in Wichlmünden, Gemeinde Ründeroth, „Haus Ley", Gemeinde Ründeroth, Ohl-Grünscheid, Gemeinde Engelskirchen und Ehreshoven-Overath. Die Auslegungsfristen sind sämtlich beim Bezirksausschuß verstrichen, bis auf wenige Einsprüche von Grundbesitzern ist auch hier klare Bahn zum Baubeginn geschaffen. (W. 847.) F. M.

Digitized by Google

Bahnelektrisierung.

Fortschritte der Bahnelektrisierung. Ende dieses Jahres wird voraussichtlich der auf Wasserkraft abgestützte elektrische Betrieb der gesamten Strecke Innsbruck—Bregenz aufgenommen werden, nachdem die Teilstrecke Bludenz—Feldkirch seit August unter Spannung steht und die Teilstrecken Feldkirch—Bregenz und Feldkirch—Buchs (Schweizer Grenze) im Bau sind. Die Teilstrecke Bregenz—Lindau wird erst nach Fortführung der Elektrisierungsarbeiten in Bayern auf der Strecke München—Lindau eingereiht werden.

In der Schweiz ist der Kredit für die Elektrisierung der Strecke Richterswil—Buchs bewilligt worden, nachdem die Strecke Basel—Richterswil bereits elektrisch betrieben wird. Wenn nun die Lücke Richterswil—Buchs geschlossen ist, ergibt sich eine durchgehende elektrische Betriebslänge Basel—Innsbruck von 372 km und nach Fertigstellung der im Bau begriffenen Strecke Innsbruck—Salzburg eine Gesamtstrecke Basel—Salzburg von 624 km. Dies wird dann auf einige Zeit die längste zusammenhängende elektrisch befahrene Vollbahnstrecke Europas sein, auf welche als zweitlängste Linie die schwedische Strecke Stockholm—Göteborg mit rund 450 km folgt. Mit der Schließung der Lücke Richterswil—Buchs wird zu Anfang 1928 gerechnet. In absehbarer Zeit wird auch, nachdem die bayerische Strecke Landshut—Regensburg noch in diesem Jahre in Betrieb kommen soll und München—Kufstein sich im Bau befindet, der durchgehende elektrische Verkehr Regensburg—Italien zu erwarten sein, ebenso wie München—Schweiz. (W. 851).

Kurze Nachrichten.

Die Kraftwerke der schweizerischen Bundesbahnen. Im abgelaufenen Jahre erzeugten die Turbinen in Ritom, Amsteg, Göschenen, Barberine und Massaboden mit 195 000 inst. PS 340 Mio kWh, das sind 11% der schweizerischen Gesamterzeugung. Mit der baldigen Vollendung des Kraftwerks Vernayaz werden 111 600 PS hinzukommen, und später sollen noch 60 000 PS in Rupperswil und 120 000 PS am Etzel ausgebaut werden. Zurzeit laufen in der Schweiz 250 elektrische Lokomotiven auf 1004 km Strecke. Während Deutschland erst 1,47%, Oesterreich 3,9 und Italien 4,73% ihres Netzes elektrisch betreiben, steht die Schweiz an der Spitze der europäischen Staaten mit 34%.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftanlagen.

Automatische nicht regulierte hydroelektrische Anlage. Von C. P. Scheller und W. B. Carr. „Electrical World", 12. Juni 1926. Seite 1285—1288 mit vier Abbildungen. (Wegfall des Geschwindigkeitsreglers, Wegfall eines Ausgleichsbehälters oder Nebenauslasse, um Druckerhöhungen in der 840 m langen Rohrleitung zu verhüten, ständige automatische Wirkungsweise, horizontales Hydraucone-Saugrohres, einfache Leitschaufelregulierung aus einem unter dem Rohrleitungsdruck stehenden hydraulischen Zylinder.) —

Lilla Edets Kraftverk. Von Ing. Millén. — Teknisk Tidskrift, 1926, H. 36, S. 329—336; H. 38, S. 345—348, mit 18 Abb. — (Allgemeines und Projektierungsgeschichte. Wehranlage. Kraftwerk und Einzelheiten der Turbinenausrüstung. Genaue Pläne der Kraftanlage. Hydraulische Einzelheiten, Verschlüsse, Rechen, Dammbalken. Bauliche Konstruktion von Fundament und Hochbau. Elektrische Anlage. Die Betonieranlage.[1])

Turbinenanlage Teigitschmühle, ein fernbedientes Kraftwerk. Von Ing. Fabritz. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 18, S. 566—569, mit 6 Abb. — (1950 PS unter 11,6 m Gef., Hilfs-Oelpumpe mit Steuerung vom Hauptkraftwerk aus. Durch deren Anlassen zwangläufiger Anlauf, Schaltung des Generators im Hauptkraftwerk. Sicherheitseinrichtungen, Wasserstandsregler.)

Die Kraftanlagen der Illsee-Turtmann-A.-G. in Oberems (Wallis). Von Ernst. — Bulletin Oerlikon, 1926, Nr. 63/64, S. 263—266, mit 5 Abb. — (Beschreibung der beiden Stufen: Turtmann, 2 (später 3) × 8000 kVA, 750 Umdr., 726 m Gefälle; Oberems, 2 (später 3) × 4200 kVA, 750 Umdr. 894 m Gefälle, als Winterwerk; Pumpenanlage Meretschi, 3 (später 6) × 500 PS auf 40—110 m in den Illsee der Oberems-Stufe. Begehbarer und dem Transport dienender Rohrstollen.) —

Charakteristische Angaben über einige bedeutendere österreichische Großwasserkraftanlagen. Mitgeteilt vom Oe. Wasserkraft- u. Elektrizitätswirtschaftsamt. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 13, S. 359 bis 377. — (Tabellarische Zusammenstellung von 48 Anlagen mit allen technischen und energiewirtschaftlichen Daten.) —

Donaukraftwerk bei Struden mit Hochspeicherwerk im Dimbachtale. Von Ing. Mayreder, Kraus & Co. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 13, S. 384 bis 395, mit 4 Abb. und 1 Tafel. — (Kraftwerk unterhalb Grein im Strom zur Versorgung von Wien: Niederdruckwerk 5—9,95 m Gef., 1520 m³/sec, 10 Propellerturbinen je 6800 bis 18 000 PS; min. Leistung 40 000 PS, Jahresarbeit 558 Mio kWh. Speicher 34 Mio m³; Hochdruckwerk, Gefälle 100—180 m, 8×16 500 PS max., Jahresarbeit 80 Mio kWh. Zusammen 518 Mio kWh. — Wehr 7×28 m Durchflußbreite bei 11,3 m Stauhöhe, Obergraben 350 m lang, Kraftwerk 170 m lang, Unterwasserkanal 320 m lang. Rechts Schiffahrtskanal 200 m lang im Oberwasser, 530 m lang im Unterwasser, Doppelschleuse 220 m lang mit Unterteilung auf 145 m, 22 m breit. — Hydraulische Verhältnisse, Geschiebebewegung, Baggerungen in der 20 km langen Staustrecke. — Talsperre und Druckstollen. Pumpen: 8×13 1000 PS entspr. 4,38 m³/sec auf 1,84 m. Leistungsplan. Kosten: zirka 196 Mio Schilling, bzw. 4,3 Groschen je kWh einschließlich Schleusenanlage.) —

Hydro-Electric Development in New-Zealand (Hydro-elektrische Anlage in Neu-Seeland). — Water and Water Eng., 1926, H. 328, S. 139—142, mit 4 Abbildungen. — (Beschreibung der Anlage am Mangahao: Sperrmauer, Ausgleichsschacht, Stollen, Gef. 269 m, 3×8000 + 2×4000 Peltonturbinen.) —

Das Teigitschkraftwerk. Von der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. — Die Wasserwirtschaft, 1926, H. 18, S. 549—566, mit 10 Abb. und 2 Tafeln. — (Eingehende Beschreibung der Gesamtanlage von 2× (später 3×) 15 000 PS für 50 Mio kWh Jahresarbeit unter 227 m Gef. und 300 000 m³ Speicherinhalt der 15 m hohen Langmann-Sperre; offenes Wasserschloß. Bauteile, hydraulische und elektrische Anlagen. Inbetriebsetzung, Betriebserfahrungen.) —

[1]) Ueber die Turbinenanlage, besonders die Kaplanturbine, vgl. Wasserkraftjahrbuch 1925/26, S. 318.

Digitized by Google

Zur Beachtung!

Im kommenden Jahre wird die Zeitschriftenschau, um sie zerschneiden und kartieren zu können, aus dem Textteil der Zeitschrift genommen und in den rückwärtigen Inseratenteil verlegt.

Buchbesprechungen

Wasserkraftjahrbuch 1925/26.

Herausgegeben von Oberbaudirektor, Prof. K. Dantscher und Ing. Carl Reindl. Richard Pflaum-Verlag, München.

Auch der Jahrgang 1925/26 erfüllt in mustergültiger Weise die Aufgaben eines Jahrbuches. Viele Aufsätze behandeln die Weiterentwicklung der im Jahrgang 1924 bereits aufgenommenen Probleme, zahlreiche Arbeiten beziehen sich aber auf Gebiete, die im Vorjahre noch nicht behandelt worden sind. Es wird also dem Zwecke eines Jahrbuches: aus der Fülle der Veröffentlichungen die technisch wichtigsten Fortschritte herauszuheben und den Blick auf neue Probleme zu lenken, voll und ganz Rechnung getragen. Die Gliederung des Werkes ist die gleiche wie im Vorjahre, nur ist diesmal der „Verwertung der Wasserkräfte" ein eigener Abschnitt zugewiesen worden. Es enthält also der Jahrgang 1925/26 vier Teile und einen Anhang.

Der erste Abschnitt, die Entwicklung der Wasserkraftnutzung beginnt mit einem Aufsatz von E. Mattern über die „Geschichtliche Entwicklung des Wasserbaues". Schon hier wird ersichtlich, daß die Auswahl der Arbeiten planmäßig erfolgt ist, denn dieser Aufsatz ist jenem von Reindl über die Entwicklung der Wasserkraftnutzung und Wasserkraftmaschinen vom Jahre 1924 verwandt.

Mattern behandelt die Entwicklung des Wasserbaues vom Altertum bis in die neueste Zeit. Besonderes Interesse dürften die Aussprüche Vitruv's über die Beziehung von Theorie und Praxis und über die Ausbildung der Techniker erregen. Hierauf folgen Artikel von Schoklitsch, Härry, Tengstrand, Raestad, Kelen, Both, Tsalikis, Popoff und Safraniez über den Stand der Wasserkraftnutzung in den Staaten: Oesterreich, Schweiz, Frankreich, Schweden, Norwegen, Italien, Bulgarien, Jugoslavien, Rumänien, Griechenland, Rußland und Palästina. Und zwar erstrecken sich diese Berichte nur auf die Neuerungen im verflossenen Jahre. Der zweite Abschnitt, die Verwertung der Wasserkräfte, enthält zwei sehr beachtenswerte Aufsätze über die Wasserkraftnutzung in der chemischen Industrie. Es sind dies die Arbeiten von B. Waeser über „Die Verwertung der Wasserkraft für die chemische und metallurgische Industrie" und von R. Debar über „Wasserkraft und Aluminium". Die Arbeit von Hornstein-Bussmannshausen über „Elektrizität und Privatrecht" soll dem Betriebsleiter von Elektrizitätswerken die Bedeutung juridischer Kenntnisse darlegen. Weiters sind in diesem Abschnitte noch Arbeiten von K. Krauß über den Belastungsausgleich in großen alpinen Wasserkraftnetzen und von A. Maas über hydraulische Speicherung von Dampfkraftenergie enthalten.

Der dritte Abschnitt beginnt mit einer Abhandlung von A. Stürzenacker über die Schönheiten der Ingenieurbauten. Nach Stürzenacker berühren Wasserkraftanlagen nicht allein technisch-wirtschaftliche, sondern auch künstlerische Probleme und bedürfen, um den Bestrebungen des Heimatschutzes gerecht zu werden, zu ihrer Lösung eines gewissen Taktgefühles. Die Arbeit von Hallinger über Vorarbeiten für Wasserkraftausnutzung, in welcher über Gefällsausbeute berichtet wird, stellt eine Fortsetzung der vorigjährigen Arbeit über die Nutzwasserfeststellung vor. Ferner berichtet P. Ziegler über die Entwicklung des Talsperrenbaues, Schoklitsch behandelt eingehend das wichtige Problem der Bemessung von Wasserschlössern und Fr. Eisner liefert die vollständige Berechnung des Stauschwalles in einem Obergraben bei Vorhandensein einer Heberbelastung. Im Jahre 1924 hatte L. A. Ott die Wassermessung mit Hilfe des Woltmanflügels gegenüber den Behauptungen von amerikanischen Ingenieuren verteidigt und es ist erfreulich zu hören, daß zufolge der Untersuchungen von W. Hahn über die Wassermessung bei Wasserkraftanlagen, die Ansicht von Ott eine Bestätigung erfahren hat. Was ferner Dr. Hahn über die Ermittlung der Wassermenge durch Ueberfallmessung berichtet — die Formeln von Frese, Rehbock und jener der S. I. A. Norm werden einer Prüfung unterzogen — verdient die volle Beachtung der Hydrauliker. Mit einem Aufsatz von Lüscher, „Das Luftbild in seiner Bedeutung für den Wasserbau", worin über die Verwendung der Luftphotogrammetrie zur Projektierung von Wasserbauten berichtet wird, schließt der dritte Abschnitt. Der letzte Teil handelt über Wasserkraftmaschinen. Dem Turbinenbauer werden die Grundformeln, welche Popoff für die Projektierung von Maschinenaggregaten angibt, willkommen sein und mit Interesse wird wohl der Aufsatz von Kaplan „Wie die Kaplanturbine entstand" gelesen werden. Dieser Artikel enthält die Geschichte der bekannten Turbine von dem primitiven Modellversuch an bis zur technisch vollendeten Konstruktion. Kaplans Ausführungen finden ihre wertvolle Ergänzung in der Arbeit von Englesson über schwedische und finnländische Kaplananlagen; denn dieser Bericht enthält unter andern auch die Beschreibung über die Anlage Lilla Edet, woselbst die bisher größte Turbine der Welt — die Kaplanturbine — eingebaut worden ist. Den Schluß des vierten Abschnittes bilden die Abhandlungen von Dubs über „Die Beeinflussung des Wirkungsgrades durch das Saugrohr", welche Arbeit eine Fortsetzung der Untersuchungen vom Jahre 1924 vorstellt und sich hauptsächlich auf den Einfluß von Zwischenwänden im Saugrohrkrümmer auf den Wirkungsgrad bezieht und von Schilhansl über „Hauptströmung und Ringwirbel". In dieser sehr lesenswerten Arbeit wird nach der Zirkulationstheorie unter Hinzunahme gewisser Voraussetzungen die Berechnung des Ringwirbels versucht. Der Anhang enthält die einheitlichen Bezeichnungen und Formeln der Hydraulik, sowie energiewirtschaftliche Tabellen und das Inhaltsverzeichnis vom Band 1924. Zum Schluß sei noch der gute Druck und die schöne Ausstattung, welche der Verlag dem Werke wieder zuteil werden ließ, erwähnt. Die beiden Herausgeber mögen für ihre Mühe und Sorgfalt des Dankes der Fachwelt gewiß sein und das Jahrbuch 1925/26 sei hiermit den Lesern wärmstens empfohlen.

(W. 890.) Prof. Dr. Alfred Lechner.

Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen. Von Professor Dr.-Ing. A. Staus, 35 Seiten, mit 15 Abbildungen und 4 Zahlentafeln. Berlin 1926, Verlag J. Springer.

Die neuere Zeit hat gezeigt, daß hinsichtlich des Genauigkeitsgrades, d. h. also hinsichtlich des Wertes überhaupt, von Wassermessungen mit dem hydrometrischen Flügel die Anschauungen geteilt sind und mancherlei abwegige Folgerungen sind daraus gezogen worden. Die Betonung anderer Wasser-

Digitized by Google

meßmethoden insbesondere von Amerika her könnte diese Anschauung stützen. Demgegenüber prüft der Verfasser (von dem ein wertvoller Beitrag zur Hydrometrie bereits in dieser Zeitschrift Heft 17, Seite 214 erwähnt war) in kritischer und durch zahlreiche Stellen aus der gesamten einschlägigen Literatur belegter Bearbeitung alle dem hydrometrischen Flügel selbst anhaftenden Systemfehler, sowie alle möglichen Berechnungsfehler und Auswertungsfehler. Auf den Inhalt der Schrift näher einzugehen erübrigt sich durch den Hinweis auf Seite 196 in Heft 16 dieses Jahrgangs. Das durch strenge Beweise und Vergleichsbeobachtungen von einwandfreien Stellen erhärtete Ergebnis ist, daß der hydrometrische Flügel mit einem unter praktischen Verhältnissen zu erwartenden höchsten Fehler des ausgewerteten Ergebnisses unter ½% das genaueste bekannte Wassermeßgerät darstellt, und damit das Flügelmeßverfahren den Ergebnissen der elementarsten Verbrauchsmengenmessungen durch unmittelbare Volumenmessung (z. B. bei Wärmekraftanlagen) nicht unterlegen ist.

(W. 883.) Ing. C. Reindl.

Verleihung und Sicherstellung nach dem preußischen Wassergesetz vom 7. April 1913 in der Praxis des Landeswasseramtes und des Oberverwaltungsgerichtes. Von J. Peltzer. (Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes e. V., Nr. 14.)

Die Schrift gewährt durch Klarheit, Knappheit und Zuverlässigkeit einen ausgezeichneten Führer durch die wichtigsten Fragen des preußischen Wasserrechts, dem sich nicht nur der Wasserfachmann, sondern auch der Jurist gerne anvertrauen wird. Nur die vollendete Beherrschung des gesamten spröden und weit zerstreuten Rechtsstoffes vermochte den Zweck erschöpfender Orientierung mit lapidarer Kürze, selbstverständlich unter Verzicht auf kritische Erörterungen, zu vereinen. Der Deutsche Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband verdient Dank für diese wertvolle Gabe, die er seinen Mitgliedern geboten. Die Schrift ist auch von der Geschäftsstelle des Verbandes zum Einzelpreis von RM. 3,50 zu beziehen. (W. 830.)

Justizrat Dünkelsbühler (München).

Eingegangene Bücher.

Statische Probleme des Tunnel- und Druckstollenbaues und ihre gegenseitigen Beziehungen. Gleichgewichtsverhältnisse im massiven und kreisförmig durchörterten Gebirge und deren Folgeerscheinungen. Spannungsverhältnisse unterirdischer Gewölbebauten. Von Dr. sc. techn. H. Schmid, Ingenieur. 148 Seiten mit 36 Abbildungen. — Berlin 1926, Verlag J. Springer. Preis geh. M. 8.40.

Geschiebebewegung in Flüssen und an Stauwerken. Von Dr. techn. Armin Schoklitsch, o. ö. Professor des Wasserbaues an der Deutschen Techn. Hochschule in Brünn. 108 Seiten mit 124 Abbildungen. — Wien 1926, Verlag J. Springer. Preis brosch. M. 8.70, geb. M. 10.20.

Svenska Elektricitetsverks-Föreningens Arsmöto (Jahresversammlung des Schwedischen Elektrizitätswerk-Vereins) den 14./15. Juni 1926 in Oslo. 314 Seiten mit 28 Abb. und eine Tafel. Stockholm 1926. Geschäftsstelle des Vereins.

Der Jahresbericht enthält wie alljährlich die wertvollen Vorträge auf der Tagung: Unternehmertum und damit zusammenhängende Fragen, von Molin; Rückblick auf das vergangene Jahr, von Holmgren; Geltende Vorschriften für Reklamebeleuchtung mit Hochspannung in Stockholm, von Tisell; Materialprüfung, von Grosch; Zusammenkupplung von Kraftwerken, von Styff (behandelt bes. die elektrotechn. Fragen); Praktische Erfahrungen beim Zusammenarbeiten zwischen Kraftwerken, von Bjerknes (technische und wirtschaftliche Fragen); Ueber Transformatorenöl, von Eriksson). —

Maschinenuntersuchungen. Ein Leitfaden für Unterricht und Praxis von Prof. Dr.-Ing. Anton Staus. Band I: Hydraulik und ihre Anwendungen, 2. neubearbeitete Aufl. 196 Seiten mit 131 Abb. und 29 Zahlentafeln. — Berlin 1926, Verlag Julius Springer. — Preis geheftet M. 9.—, gebunden M. 10.50.

Technische Hydrodynamik. Von Dr. Fr. Prášil, Prof. a. d. Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich. 2. umgearbeitete und vermehrte Auflage. 303 Seiten mit 109 Abbildungen. Berlin 1926, Verlag Julius Springer. — Preis geb. M. 24.—.

Das Grundwasser. Von Paul Brinkhaus, Ingenieur. 32 S. mit 12 Abb. — Berlin 1926, Verlag Laubsch und Everth. Preis M. —.60.

Das Heft bietet in knappster Form weiteren interessierten Kreisen das Nötigste aus der Hydrologie und ist ein guter Leitfaden für den Brunnenbauer und Installateur, dem es die Beschaffung umfangreicherer und mehr wissenschaftlich gehaltener Werke ersetzt.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Letzter Tag des Einspruches: 18. 1. 1927.

84a, 3. B. 110 807. Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Starke & Hoffmann, Hirschberg, Schles. Abdichtung bei Segmentschützen für Druckwasserstollen. 20. 8. 23.

Geschäftliches.

Einen umfassenden orientierenden Ueberblick über alle Gebiete der Technik, der Grundlage unserer ganzen Kultur, bietet Das Weltreich der Technik, ein Buch des Jahrhunderts, von Artur Fürst. Bd. I: Der Verkehr im Draht und im Aether; Bd. II: Der Verkehr auf dem Lande; Bd. III: Der Verkehr auf dem Wasser und in der Luft; Bd. IV: Lastenförderung und Kraftmaschinen, Starkstromtechnik. Auf den beiliegenden Prospekt sei besonders hingewiesen.

Inhaltsverzeichnis

des Jahrganges 1926 gelangt mit dem 2. Heft des kommenden Jahres am 15. Januar 1927 zur Ausgabe.

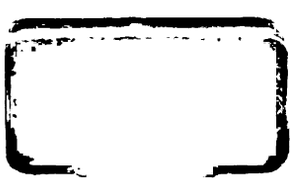
Einbanddecken

zum Jahrgang 1926 in blauem Leinen stehen zum Preis von Mk. 2.— zuzüglich Versandkosten zur Verfügung. Der Verlag ersucht um möglichst baldige Bestellung.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google